

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Data Sampel

Sampel pengujian menggunakan sebanyak 1 buah sampel beras A, 7 buah sampel beras B, 1 buah sampel beras C, dan 2 buah sampel beras D.

##### 1. Data Pengujian Mutu Beras

Hasil validasi pengujian mutu beras giling pada sampel beras skala laboratorium ditunjukkan Tabel 8.

Tabel 8. Data Hasil Pengujian Mutu Beras Giling

Kode Sampel	Panjang butir (%)			Butir Kuning (%)		Derajat Sosoh
	Utuh	Patah	Menir	Normal	Rusak	
A	26	63	10	99	1	100%
B1	74	24	2	99	1	100%
B2	63	36	1	98	2	100%
B3	45	42	13	98	2	100%
B4	49	23	23	97	3	100%
B5	60	38	2	90	10	100%
B6	55	40	5	95	5	100%
B7	82	17	1	100	0	100%
C	-	-	-	-	-	85%
D1	-	-	-	80	20	95%
D2	-	-	-	87	13	95%

A = beras sosoh merah, B = Beras jenis IR 64

Hasil pengujian mutu menunjukkan bahwa terdapat variasi prosentase terhadap pengujian panjang butir beras. Sampel beras dengan butir utuh terbanyak yakni sampel beras B7 dengan kadar 82%, dan paling sedikit adalah beras sosoh merah kode A dengan kadar 26%. Sampel kode beras C dan D merupakan butir

beras telah dikontrol dan digunakan untuk pendeteksian tekstur butir, sehingga tidak dilakukan pengujian mutu panjang butir. Berdasarkan Tabel 8 tentang spesifikasi mutu beras giling, sampel B7 masuk kategori mutu III, sampel B1 masuk dalam kategori mutu IV, dan sampel B2 dan B5 dikategorikan sebagai mutu V, sedangkan lainnya tidak dikategorikan.

Hasil pengamatan butir kuning, sampel beras terbaik berasal dari sampel B7 yang memiliki kadar mendekati 0%, sedangkan butir kuning terbanyak berasal dari kode sampel D1 dengan kadar lebih dari 10%. Berdasarkan Tabel 8 tentang spesifikasi mutu beras giling, sampel B7 masuk dalam kategori mutu I, sampel A dan B1 sebagai mutu beras II dan III, sampel B2 B3, dan B4 kategori mutu IV, B6 kategori mutu V, sedangkan sampel lain tidak dikategorikan..

Penggunaan sampel kontrol pada pengujian derajat sosoh berdasarkan kategori sampel butir A dan B sebagai mutu beras I, sampel beras C sebagai mutu V dan sampel D sebagai mutu III dan IV.

Berdasarkan prasyarat pada Tabel 8 tentang spesifikasi mutu beras giling, menunjukkan sampel B7 masuk dalam kategori mutu III, B1 kategori mutu IV, dan B2 kategori mutu V, sedangkan sampel lain tidak dikategorikan. Besarnya nilai tersebut disebabkan penyimpanan yang terlalu lama tanpa pemberian silica sebagai pengawet, dan penerapan pengujian yang lebih ketat terhadap faktor mutu butir beras.

Sampel yang digunakan dalam pengujian menggunakan sampel derajat sosoh 100% : B7, B1, dan B2, serta A sebagai pengecualian, Derajat sosoh 95% D1, dan D2, serta Derajat sosoh 85% menggunakan sampel C.

## 2. Kalibrasi Media Pengujian

Sampel beras diamati menggunakan kamera yang terpasang pada meja penampang. kalibrasi dalam pengujian citra beras bertujuan untuk menentukan filtrasi terbaik dalam menghasilkan objek tiap butir beras selama proses pengambilan citra. Kalibrasi difungsikan dalam menentukan rentang batas warna dalam filtrasi objek sebagai *foreground* terhadap media pengamatan sebagai *background*, serta berfungsi menentukan jarak kamera pengamatan terhadap objek pengamatan. Filtrasi terbaik memberikan hasil data yang lebih akurat.





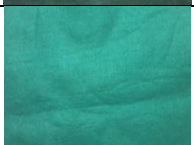
### a. Penentuan Rentang Warna / *Thresholding*



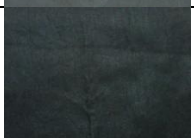
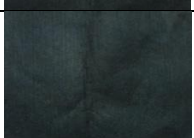


Pengamatan menggunakan media berwarna gelap untuk dapat mengambil warna butir beras yang cerah. Alas penampang yang digunakan adalah kain fanel berwarna biru, merah, hitam, hijau, hijau gelap, coklat dan biru gelap. Hasil kalibrasi dari media memenuhi rentang warna *background* pada Tabel 9.

Pada kalibrasi media pengamatan, ditemukan beberapa penolakan data, atau data yang tidak tepat untuk digunakan sebagai rentang filtrasi. Rentang warna beras memiliki kisaran diatas 120, sehingga beberapa data yang memiliki nilai piksel diatas 200 dapat ditolak. Dilihat dari varian, maka standar deviasi yang dapat diterima memiliki nilai standar deviasi lebih dari 13 point.

Setelah terjadi penolakan pada beberapa data, maka dapat diambil keputusan rentang yang dapat digunakan rentang merah berada pada rentang minimal 0 sampai maksimal 173, warna hijau pada rentang minimal 0 sampai maksimal 190, dan warna biru pada rentang minimal 0 sampai maksimal 158. Hasil pengubahan filtrasi menunjukkan hasil sesuai dengan Gambar 24.

Tabel 9. Rentang Warna Kalibrasi

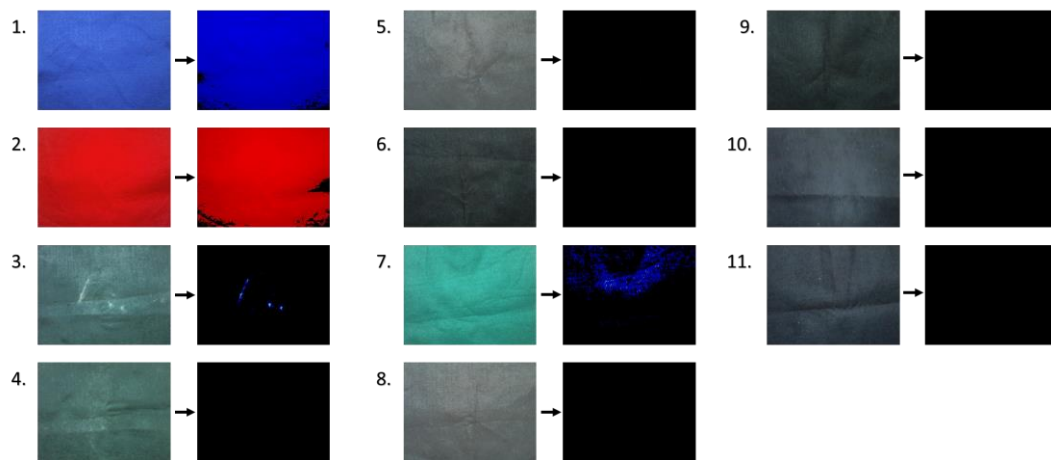
No	Pengujian	Citra	Merah				Hijau				Biru			
			Maks	Min	Mean	StDev	Maks	Min	Mean	StDev	Maks	Min	Mean	StDev
1	Biru		90	30	57	8,0	128	53	89	11,4	237	118	192	16,1*
2	Merah		232	145	203	17,2*	49	9	20	4,3	58	4	21	5,8
3	Hijau gelap 1		185	40	78	12,7	227	64	113	15,8*	223	59	112	16,7*
4	Hijau gelap 2		149	39	70	8,9	167	65	104	11,3	157	57	97	11,5
5	Hijau		89	26	52	8,2	197	116	156	15,0*	182	101	141	14,5*

6	Coklat 1		146	68	103	13,4*	157	74	110	14,0*	157	73	110	13,9*
7	Coklat 2		157	68	104	13,2*	178	76	112	13,3*	183	72	111	13,3*
8	Hitam 1		91	20	46	9,1	107	24	54	10,2	107	25	55	10,4
9	Hitam 2		72	14	41	8,3	87	23	52	9,7	89	22	52	10,0
10	Biru Gelap 1		106	24	63	11,9	118	31	73	13,2*	124	37	81	13,9*
11	Biru Gelap 2		173	21	52	10,6	190	30	63	11,2	158	31	71	11,4
	Nilai Kalibrasi (max)		173				190				158			

\* = data memiliki rentang varian yang terlalu tinggi

----- = data ditolak dikarenakan lebih dari maksimal nilai kalibrasi

Berdasarkan Gambar 24, maka kain fanel berwarna biru, merah, dan hijau tidak dapat digunakan sebagai media pengamatan. Kain fanel coklat memiliki keseluruhan varian ditolak, tetapi tidak memiliki rentang yang melampaui data yang digunakan, sehingga tetap dapat digunakan. Sedangkan pada percobaan pengambilan gambar kedua, warna coklat terdeteksi melampaui filtrasi yang ditentukan dikarenakan pengambilan citra mendapatkan titik cahaya yang memiliki warna biru yang lebih tinggi.



Gambar 24. Hasil Filtrasi Dengan Rentang Warna Yang Ditentukan

Lebarnya rentang yang digunakan, maka diperlukan alternatif rentang baru, yakni menggunakan rentang kain fanel hitam dengan filtrasi merah pada rentang minimal 0 sampai maksimal 91, warna hijau pada rentang minimal 0 sampai maksimal 107, dan warna biru pada rentang minimal 0 dan maksimal 107.

#### b. Jarak Pengamatan

Jarak pengamatan dilakukan kalibrasi berdasarkan ketinggian kamera terhadap objek. Kalibrasi terhadap jarak pengamatan mempengaruhi tingkat fokus atau jumlah piksel objek pengamatan, dan pembatasan maksimal *blob detection*

dalam mengamati suatu butir utuh. Percobaan menggunakan 21 butir utuh yang disebar diatas kain fanel dan dilakukan *blob detection* untuk diamati panjang dan lebar piksel yang dihasilkan. Semakin besar jarak pengamatan objek maka semakin kecil ukuran butir utuh yang dihasilkan, begitu juga sebaliknya, sedangkan semakin kecil jarak kamera, menghasilkan data sampel lebih sedikit untuk dideteksi.

Kalibrasi diperlukan dalam menentukan jarak pengamatan yang cukup untuk dapat mendeteksi data lebih dari 100 butir beras, dengan piksel butir menir berukuran 25% dari butir utuh. Semisal dalam minimal blob 5 maka butir utuh sebesar x butir atau

$$\frac{25}{100} \cdot X = 5$$

$$X = 5 \cdot \frac{100}{25} = 5 \cdot 4 = 20 \text{ piksel}$$

Pengujian jarak pengamatan ditunjukkan pada Tabel 10. Citra hasil pengambilan citra pengujian jarak pengamatan ditunjukkan dalam Lampiran 6.

Tabel 10. Hasil Uji Jarak Pengamatan

Uji	Jarak Kamera	Area pengamatan		Citra Maksimum			Maks Blob
		Luas (cm)	butir	Panjang	Lebar	Luas	
1	5 cm	4,4 * 3,3	± 40	88 * 29	66 * 76	5.016	88
2	10 cm	8,7 * 6,6	± 159	44 * 16	15 * 44	704	44
3	15 cm	10,7 * 8,0	± 252	32 * 11	12 * 36	432	36
4	20 cm	14,8 * 11,1	± 455	25 * 9	9 * 26	234	26
5	25 cm	18,3 * 13,7	± 696	19 * 9	6 * 21	171	21
6	30 cm	21,3 * 16	± 947	16 * 6	5 * 18	96	18
Rasio			± 947			5.016	

Kamera yang digunakan memiliki dimensi citra sebesar 640 x 480 piksel, butir utuh yang digunakan memiliki panjang 0,6 cm. Area pengamatan menggunakan perbandingan area, sesuai persamaan 84.

$$\frac{\text{panjang butir utuh}}{\text{panjang piksel}} = \frac{\text{Luas Area Pengamatan}}{\text{dimensi kamera}} \quad \text{atau}$$

$$\text{Luas Area Pengamatan} = \frac{0,6}{\text{panjang piksel}} * (640 * 480) \quad (81)$$

Pada jarak pengamatan 15 cm, diketahui panjang butir utuh menghasilkan maksimal panjang citra berukuran 32 x 11 piksel, dan maksimal lebar citra berukuran 12 x 36 piksel. Maksimal piksel yang dicapai yakni 36, sesuai rumusan (87) didapat luas area pengamatan dengan panjang sesuai dengan hasil (85) sebesar 10,67 cm, dan lebar sesuai dengan hasil (86) sebesar 8 cm. Panjang dan lebar pada jarak pengamatan 15 cm sebesar 10,7 x 8 cm, dan jumlah butir yang mampu ditempatkan dalam meja pengamatan dengan hasil (87) sebesar 252 butir.

$$\text{Panjang Area Pengamatan} = \frac{0,6}{36} * 640 = 10,67 \text{ cm} \quad (82)$$

$$\text{Lebar Area Pengamatan} = \frac{0,6}{36} * 480 = 8 \text{ cm} \quad (83)$$

Ansumsi yang digunakan, setiap butir menempati persegi sebesar nilai maksimal blob, dengan jarak antar butir merupakan sisa lebar butir utuh.

$$\text{Jumlah butir} = \frac{10,67}{0,6} \times \frac{8}{0,6} = 18 \times 14 = 252 \text{ butir} \quad (84)$$

Berdasarkan data Tabel 10, luas area pada jarak pengamatan 10 cm, dapat menghasilkan kurang lebih 159 butir utuh, apabila jarak antar butir membutuhkan lebih besar, maka butir utuh yang dapat diamati lebih sedikit. Selain itu, apabila dalam sekali pengamatan, butir yang mampu terdeteksi sebanyak 60% dari total butir, maka butir yang terdeteksi sebesar 95 butir, sehingga tidak dapat digunakan sebagai kalibrasi karena terlalu sedikit. Kalibrasi terhadap luas area menggunakan



jarak minimal pengamatan sebesar 15 cm. Pada jarak pengamatan 30 cm, Luas citra butir utuh sebesar 96 piksel. Luas citra butir utuh lebih besar dari 96 piksel pada jarak pengamatan dibawah 25 cm. Apabila dalam pengamatan membutuhkan piksel pengamatan butir kuning minimal 3 x 3 piksel atau 9 piksel, maka kalibrasi pengujian ukuran butir utuh menggunakan jarak maksimal pengamatan 20 cm.

Berdasarkan kedua ansumsi, kamera mampu menangkap objek terbaik pada rentang jarak pngamatan [15, 20] cm. Pada rentang tersebut, diambil kecenderungan nilai terbaik dalam memprediksi jarak pengamatan. Uji korelasi diperlukan untuk mampu memperhitungkan titik potong pada kedua pengujian regresi linear antara nilai sumbu-X dan sumbu-Y sesuai persamaan 88.

$$Y = a + bX \quad (85)$$

dengan,

$$a = \frac{(\sum y)(\sum x^2) - (\sum x)(\sum xy)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}, \quad b = \frac{n(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Jumlah butir dan blob yang terdeteksi ditentukan nilai variabel yang digunakan pada uji korelasi. Data *input* terlebih dahulu dilakukan normalisasi. Nilai variabel korelasi ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Korelasi Jarak Pengamatan Terhadap Variabel Butir dan Blobs

Jarak (x)	Pengamatan (y)				Variabel				
	Butir (y <sub>1</sub> )		Blobs (y <sub>2</sub> )		x <sup>2</sup>	y <sub>1</sub> <sup>2</sup>	y <sub>2</sub> <sup>2</sup>	xy <sub>1</sub>	xy <sub>2</sub>
5	40	0,01519	88	0,377682	25	0,000231	0,142644	0,07595	1,888410
10	159	0,057504	44	0,188841	100	0,003307	0,035661	0,57504	1,888410
15	252	0,091139	36	0,154506	225	0,008306	0,023872	1,367085	2,317590
20	455	0,162749	26	0,111588	400	0,026487	0,012452	3,25498	2,231760
25	696	0,282821	21	0,090129	625	0,079988	0,008123	7,070525	2,253225
30	947	0,390597	18	0,077253	900	0,152566	0,005968	11,71791	2,317590
<b>Total</b>	2549	1	233	1	2275	0,270885	0,22872	24,06149	12,89699

Berdasarkan tabel 11, dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik sesuai dengan Diagram 21.

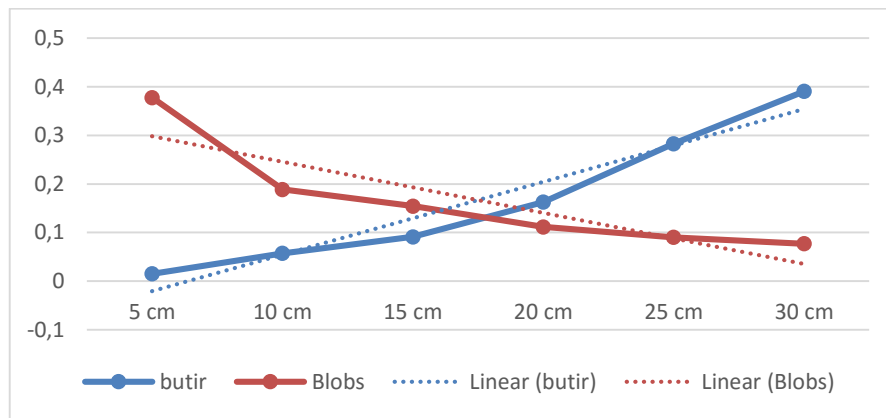


Diagram 21. Regresi Linear Data Pengamatan

Diketahui variabel yang digunakan :

- Bebas :  $x$  = jarak pengamatan (dalam cm)
- Kontrol :  $y_1$  = Jumlah butir beras;  $y_2$  = Maksimal luas blobs yang dihasilkan

Faktor jumlah butir beras, dan maksimal luas blobs yang dihasilkan mengalami perpotongan grafik fungsi. Perpotongan grafik fungsi tersebut merupakan jarak pengamatan terbaik yang dapat digunakan dalam pengujian. Penentuan nilai perpotongan diawali dengan menentukan persamaan regresi linear pada pola hubungan tiap grafik fungsi sebagai berikut,

1. Fungsi regresi pada pola hubungan  $x$  dan  $y_1$

$$a = \frac{(1 * 2275) - (105 * 24,0615)}{6(2275) - (105 * 105)} = \frac{2275 - 2526,46}{13650 - 11025} = \frac{-251,456}{2625} = -0,09579$$

$$b = \frac{6(24,0615) - (105 * 1)}{6(2275) - (105 * 105)} = \frac{144,369 - 105}{13650 - 11025} = \frac{39,369}{2625} = 0,014998$$

maka regresi linear antara  $x$  dengan  $y_1$  memenuhi persamaan 89,

$$y_1 = -0,09579 + 0,014998 X \quad (86)$$

2. Fungsi regresi pada pola hubungan x dan  $y_2$

$$a = \frac{(1 * 2275) - (105 * 12,897)}{6(2275) - (105 * 105)} = \frac{2275 - 1354,185}{13650 - 11025} = \frac{920,815}{2625} = 0,350786$$

$$b = \frac{6(12,897) - (105 * 1)}{6(2275) - (105 * 105)} = \frac{77,382 - 105}{13650 - 11025} = \frac{-27,618}{2625} = -0,01052114$$

maka regresi linear antara x dengan  $y_2$  memenuhi persamaan 90,

$$y_2 = 0,350786 - 0,01052114X \quad (87)$$

Pada perpotongan grafik fungsi, nilai  $y_1 = y_2$ , sehingga persamaan (89) dan (90) dapat memenuhi persamaan 91. Persamaan 91 menunjukkan jarak pengamatan (X) sebesar 17,49974529 atau sekitar 18 cm.

$$0,350786 - 0,01052114X = -0,09579 + 0,014998X$$

$$0,350786 + 0,09579 = 0,014998X + 0,01052114X$$

$$0,446576 = 0,025519 X$$

$$X = 17,49974529 \quad (88)$$

Nilai perpotongan pada rentang [15, 20] dapat didekati dengan menentukan kedua persamaan garis pada dua titik. Variabel z merupakan nilai sumbu Y, maka perpotongan grafik dapat ditentukan sebagai berikut,

1. Fungsi linear jumlah butir beras

$$\frac{z - z_1}{z_2 - z_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1}$$

$$\frac{z - 0,091139}{0,162749 - 0,091139} = \frac{x - 15}{20 - 15}$$

$$z - 0,091139 = \frac{x - 15}{5} \cdot 0,07161$$

$$5z - 0,455695 = 0,07161 x - 1,07415$$

$$5z = 0,07161 x - 0,618455$$

$$z_{y1} = 0,014322 x - 0,123691 \quad (89)$$

2. Fungsi linear Maksimal luas blobs

$$\begin{aligned} \frac{z - z_1}{z_2 - z_1} &= \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \\ \frac{z - 0,154506}{0,111588 - 0,154506} &= \frac{x - 15}{20 - 15} \\ z - 0,154506 &= \frac{x - 15}{5} \cdot (-0,042918) \\ 5z - 0,77253 &= -0,042918 x + 0,64377 \\ 5z &= -0,042918 x + 1,4163 \\ z_{y2} &= -0,0085836 x + 0,28326 \end{aligned} \quad (90)$$

Pada perpotongan grafik fungsi, nilai  $z_{y1} = z_{y2}$ . sehingga persamaan (92) dan (93) dapat memenuhi persamaan 94. Persamaan 94 menunjukkan jarak pengamatan (X) sebesar 17,76644140 atau sekitar 18 cm.

$$\begin{aligned} 0,014322 x - 0,123691 &= -0,0085836 x + 0,28326 \\ 0,014322 x + 0,0085836 x &= 0,28326 + 0,123691 \\ x &= \frac{0,406951}{0,0229056} = 17,7664413942442 = 18 \end{aligned} \quad (91)$$

Persamaan (91) dan (94) memberikan pendekatan hasil yang sama yakni  $x = 18$  cm. Maka jarak pengamatan terbaik pada pengujian sebesar 18 cm, dihitung dari kamera sampai objek pengamatan.

Pada jarak 18 cm, maksimal blobs ( $y_2$ ) sesuai dengan persamaan 95.

$$\begin{aligned} z &= -0,0085836 x + 0,28326 \\ z &= -0,0085836 (18) + 0,28326 \\ z &= -0,1545040 + 0,28326 \end{aligned}$$

$$z = 0,1287552 \quad (92)$$

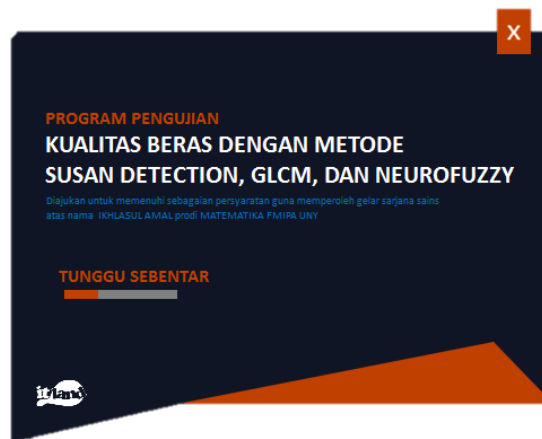
Maksimal *blob detection* sebesar  $z = 0,1287552$  pada data normal, atau sebesar  $0,1287552 * 233 = 29,9999616 = 30$  *piksel* pada denormalisasi data. Maksimal Blobs pada pengujian menggunakan nilai sebesar 30 piksel.

### 3. Rancangan Sistem GUI Pada Ekstraksi Sampel

Pengujian kualitas beras dibantu menggunakan perangkat aplikasi yang dibangun berdasarkan algoritma yang dikehendaki. Aplikasi yang digunakan dituntut mampu menampilkan *video player* sebagai pengambilan citra digital secara *realtime* dan penyajian data numerik melalui bentuk data tabel. Aplikasi juga membutuhkan kemampuan mengolah data numerik berbasis tabel data.

Aplikasi yang digunakan dalam pembahasan ini merupakan pemrograman berbasis objek secara manual menggunakan Microsoft visual studio 2015. Sedangkan tampilan GUI dari aplikasi Matlab merupakan program “anfis editor” yang telah tersedia di matlab versi R2015b.

Tampilan GUI dibangun berdasarkan 2 fungsi utama yakni fungsi pendeteksian video dan penyajian hasil ekstraksi dalam bentuk data tabel. Keseluruhan GUI menggunakan 3 layer utama, 2 layer tambahan, dan 6 *user control* sebagai penyajian tabel. Pada saat memulai pengujian, program akan menampilkan form pembuka untuk memulai *rendering* penggunaan aplikasi. form tersebut digunakan untuk menyediakan komponen folder yang diperlukan. Tampilan dari form pembuka seperti pada Gambar 25.



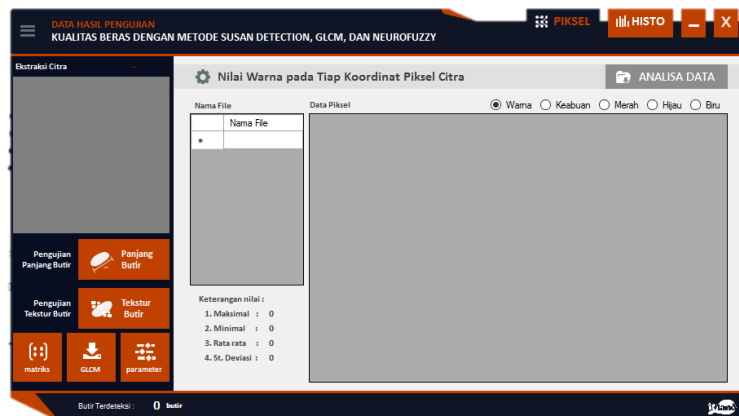
Gambar 25. GUI form pembuka

Setelah proses *rendering* selesai, menu utama sebagai deteksi video dapat dipergunakan sebagai dalam pengambilan data *blob detection*. Tampilan dari GUI menu utama seperti pada Gambar 26.



Gambar 26. GUI Form Deteksi Video

Citra *blob detetction* yang dihasilkan dalam pengambilan gambar, disimpan dalam folder C://itland/ untuk mempermudah akses bagi algoritma perhitungan. Analisa data ditampilkan dalam bentuk tabel numerik. GUI form tabel dalam memperlihatkan hasil numerik ditunjukkan pada Gambar 27.



Gambar 27. GUI Form Tabel Pengujian

Form tabel melekatkan *user control* sebagai tampilan utama penyajian data tabel. *User control* yang digunakan sebanyak 6 buah, yang terdiri dari 1 *user control* sebagai pengujian panjang butir, dan 4 *user control* sebagai pengujian tekstur butir. Terdapat 3 *user control* untuk menampilkan histogram citra, pendataan piksel, dan penataan folder.

#### a. UC Pikel Citra

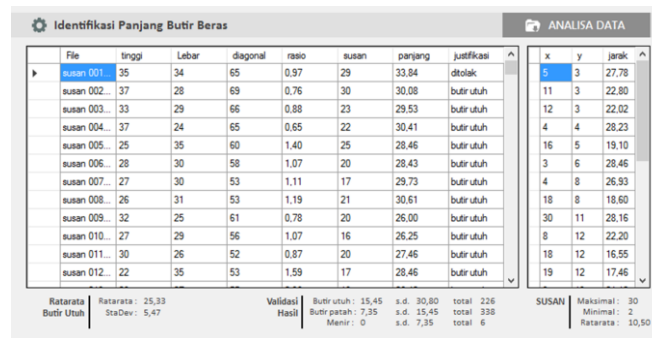
UC piksel citra digunakan untuk mendapatkan nilai piksel pada ekstraksi citra. Data piksel yang didapatkan berupa komponen warna merah, hijau, biru dan warna keabuan. Tampilan UC piksel citra seperti pada Gambar 28.

Nilai Warna pada Tiap Koordinat Pikel Citra													ANALISA DATA
Nama File		Data Pikel											
Nama File		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
001.png		0	0	0	0	0	0	0	197	243	251	252	
002.png		0	0	0	0	0	0	214	249	252	253	253	
003.png		0	0	0	0	0	232	250	250	253	253	253	
004.png		0	0	0	0	243	251	253	253	253	253	253	
005.png		0	0	0	245	251	252	253	253	253	253	253	
006.png		0	197	245	251	252	253	253	253	253	253	253	
007.png		0	251	250	250	253	253	253	253	253	252	252	
008.png		250	252	252	252	253	253	253	253	251	251	250	
009.png		252	252	253	252	253	253	252	252	251	243	0	
		252	252	252	252	251	251	250	251	223	0	0	
		252	252	252	252	250	251	245	0	0	0	0	
		249	249	249	249	242	200	0	0	0	0	0	
		232	239	229	0	0	0	0	0	0	0	0	

Gambar 28. GUI UC piksel citra

## b. UC Identifikasi Panjang Butir Beras

UC identifikasi panjang butir beras digunakan untuk mendapatkan panjang dan lebar piksel yang dihasilkan, deteksi SUSAN, dan justifikasi bentuk terhadap data yang digunakan. Tampilan UC ditunjukkan pada Gambar 29.



File	tinggi	Lebar	diagonal	rasio	susan	panjang	justifikasi
susan 001...	35	34	65	0.97	29	33.84	ditolak
susan 002...	37	28	69	0.76	30	30.08	butir utuh
susan 003...	33	29	66	0.88	23	29.53	butir utuh
susan 004...	37	24	65	0.65	22	30.41	butir utuh
susan 005...	25	35	60	1.40	25	28.46	butir utuh
susan 006...	28	30	58	1.07	20	28.43	butir utuh
susan 007...	27	30	53	1.11	17	29.73	butir utuh
susan 008...	26	31	53	1.19	21	30.61	butir utuh
susan 009...	32	25	61	0.78	20	26.00	butir utuh
susan 010...	27	29	56	1.07	16	26.25	butir utuh
susan 011...	30	26	52	0.87	20	27.46	butir utuh
susan 012...	22	35	53	1.59	17	28.46	butir utuh

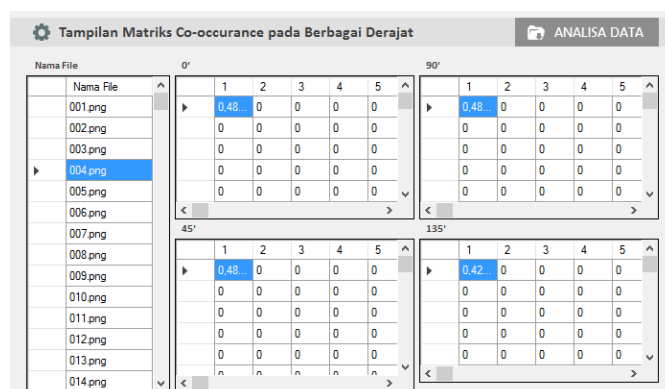
  

x	y	jarak
5	3	27.78
11	3	22.80
12	3	22.02
4	4	28.23
16	5	19.10
3	6	28.46
4	8	26.93
18	8	18.60
30	11	28.16
8	12	22.20
18	12	16.55
19	12	17.46

Gambar 29. GUI UC Identifikasi Panjang Butir Beras

## c. UC Matriks *Co-occurrence*

UC matriks *co-occurrence* merupakan rangkaian dalam pengujian tekstur butir beras. Matriks *co-occurrence* menunjukkan tingkat kerelasian dari ketetanggaan piksel citra yang ditunjukkan dalam matriks ukuran 255 x 255 dengan 4 buah aras derajat pendeteksian. Penggunaan matriks *co-occurrence* berpengaruh dalam mendapatkan parameter statistika yang digunakan. Tampilan UC matriks *co-occurrence* ditunjukkan pada Gambar 30.



Nama File	0°	90°	45°	135°
001.png	0.48...	0	0	0
002.png	0	0	0	0
003.png	0	0	0	0
004.png	0	0	0	0
005.png	0	0	0	0
006.png	0	0	0	0
007.png	0	0	0	0
008.png	0	0	0	0
009.png	0	0	0	0
010.png	0	0	0	0
011.png	0	0	0	0
012.png	0	0	0	0
013.png	0	0	0	0
014.png	0	0	0	0

Gambar 30. GUI UC Matriks *Co-Occurance*



d. UC Haralick Tekstur Ekstraksi Citra

UC haralick tekstur ekstraksi citra merupakan bentuk tampilan dari pengujian parameter berdasarkan tiap aras derajat keabuan dari setiap ekstraksi citra. Tampilan UC haralick tekstur ekstraksi citra ditunjukkan pada Gambar 31.

Parameter	0°	45°	90°	135°
Energy	0,31171077...	0,3221308...	0,30466104...	0,2528211...
Contrast	4223,71086...	1999,1556...	4891,22368...	9539,6453...
Correlation	16123991,4...	17999775...	15908949,7...	15418678...
Variance	0,99999999...	0,99999999...	0,99999999...	0,99999999...
IDM	0,78772110...	0,8175575...	0,77533894...	0,7026133...
Sum Average	212,55	220,16247...	212,833333...	220,16247...
Sum Variance	100149,322...	106346,87...	99620,2086...	98631,473...
Sum Entropy	2,00829420...	1,8487329...	2,06555440...	2,2496949...
Entropy	2,14317745...	2,0022550...	2,19810139...	2,4147047...
Difference Variance	0,00218924...	0,0023241...	0,00212320...	0,0017348...
Difference Entropy	1,39964830...	1,1872536...	1,46838442...	1,7278184...
First Measure	-0,5395470...	-0,6354917...	-0,4942646...	-0,3529263...
Second Measure	0,89388977...	0,9204536...	0,87522531...	0,8071123...
homogeneity	0,79430226...	0,8248573...	0,78228118...	0,7090869...

Gambar 31. GUI UC Haralick Tekstur Ekstraksi Citra

e. UC ekstraksi Parameter Tekstur Butir Beras

UC ekstraksi parameter tekstur butir beras digunakan untuk menangkap parameter dari keseluruhan citra yang dihasilkan. Tampilan UC ekstraksi parameter tekstur butir beras ditunjukkan pada Gambar 32.

File	ASM	Con	Cor	Var	IDM	SA	SV	SE	Ent	DV	DE	M1	M2	H	CP	CS
001...	0,14...	3713...	346...	1,00...	0,46...	223...	9005...	4,08...	4,38...	0,00...	3,54...	-0,70...	0,99...	0,50...	1772...	3977...
003...	0,05...	2047...	101...	1,00...	0,31...	250...	8578...	4,91...	5,31...	0,00...	3,97...	-0,74...	0,99...	0,37...	1300...	3326...
005...	0,05...	2033...	929...	0,99...	0,30...	239...	8230...	4,88...	5,23...	0,00...	4,02...	-0,77...	0,99...	0,35...	1315...	3257...
006...	0,13...	3076...	297...	0,99...	0,46...	207...	7256...	4,10...	4,54...	0,00...	3,67...	-0,66...	0,99...	0,49...	1102...	2819...
008...	0,12...	2081...	260...	1,00...	0,38...	182...	5921...	4,22...	4,50...	0,00...	3,61...	-0,76...	0,99...	0,42...	8703...	2234...
010...	0,11...	2875...	329...	1,00...	0,39...	203...	6978...	4,35...	4,59...	0,00...	3,80...	-0,74...	0,99...	0,43...	1052...	2690...
011...	0,10...	2687...	383...	1,00...	0,39...	205...	6827...	4,48...	4,73...	0,00...	3,94...	-0,77...	0,99...	0,43...	1003...	2590...
013...	0,08...	2742...	578...	1,00...	0,37...	236...	8318...	4,52...	4,80...	0,00...	3,86...	-0,76...	0,99...	0,41...	1311...	3287...
015...	0,03...	2344...	186...	1	0,27...	267...	9005...	5,02...	5,35...	0,00...	4,19...	-0,75...	0,99...	0,33...	1335...	3451...
016...	0,06...	2574...	858...	1	0,30...	253...	9503...	4,57...	4,87...	0,00...	3,99...	-0,77...	0,99...	0,34...	1777...	4074...

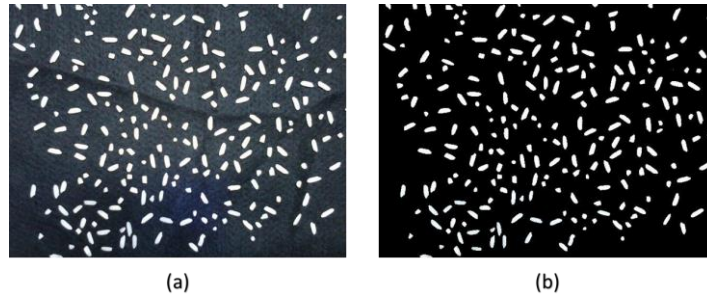
  

Ket	ASM	Con	Cor	Var	IDM	SA	SV	SE	Ent	DV	DE	M1	M2	H	CP	CS
Maks	0,25	4959...	9941...	1,00...	0,46...	308...	9983...	5,02...	5,35...	0,00...	4,25...	-0,92...	0,99...	0,50...	9890...	9456...
Min	0,00...	2033...	1017...	0,99...	0,04...	105,75	1004...	1,56...	1,79...	0,00...	1,56...	-0,66...	0,96...	0,07...	1003...	1360...
Mean	0,06...	2947...	8152...	0,98...	0,27...	219...	6858...	4,25...	4,47...	0,00...	3,80...	-0,77...	0,98...	0,32...	9280...	2487...

Gambar 32. GUI UC Ekstraksi Parameter Tekstur Butir Beras

#### 4. Citra *Blob Detection*

Pengambilan sampel dilakukan melalui pengambilan Gambar menggunakan kamera. Setiap pengambilan citra sampel menggunakan 10 - 30 gram butir beras atau sekitar 100 sampai 300 butir. Gambar 33 menunjukkan capture video yang dilakukan pada sampel B2.

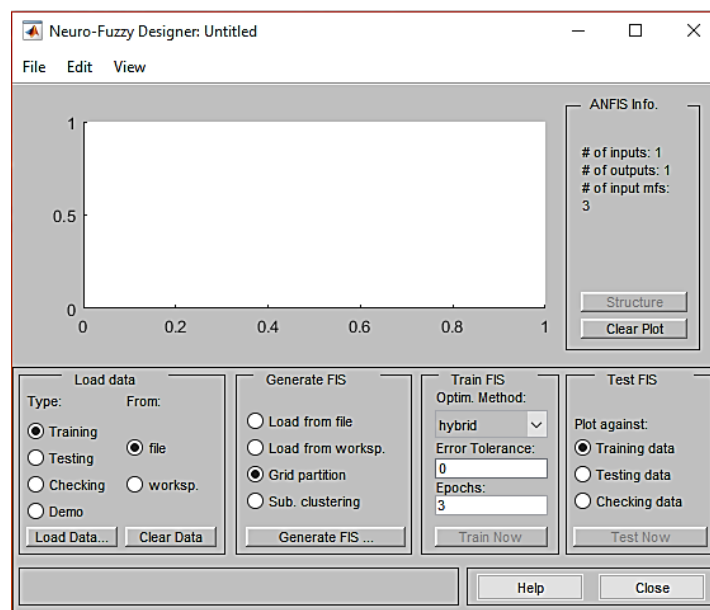


Gambar 33. Capture video sampel beras B2 (a) Citra Asli (b) Thresholding

Hasil citra *blob detection* dari butir beras ditunjukkan dalam Lampiran 7.

#### 5. GUI ANFIS Pada Aplikasi Matlab

GUI ANFIS pada aplikasi Matlab ditunjukkan pada Gambar 34.

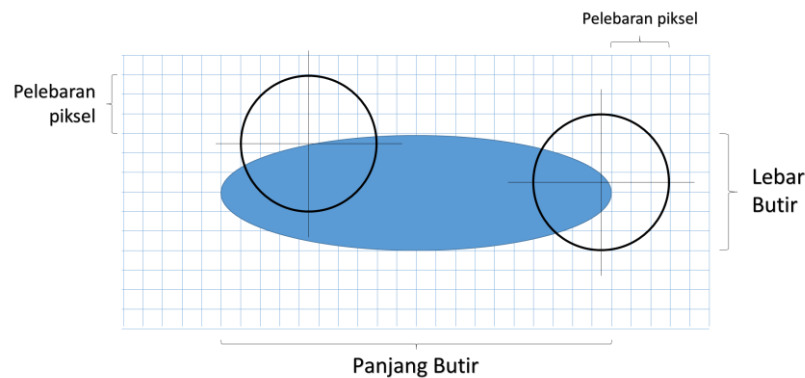


Gambar 34. GUI ANFIS Matlab

## B. Hasil Pengujian Panjang Butir

### 1. Analisa Luas Ekstraksi Sampel

Wilayah USAN menggunakan *circular mask* yang memiliki luas piksel sebesar  $7 \times 7$  piksel *point*. Pengubahan wilayah citra yang diamati menentukan terdeteksinya titik-titik pada tepi citra untuk dapat dideteksi sebagai tepi sudut. Penambahan lebar citra yang dimaksud sesuai dengan ansumsi pada Gambar 35.




















































































Gambar 35. Pelebaran citra sesuai daya jangkau SUSAN di area tepi.



























































































Tiap citra dilakukan penambahan piksel kosong sebesar 3 piksel di bagian atas, bawah, kiri dan kanan citra persegi. Penambahan tersebut dimaksudkan guna memberikan daya jangkau SUSAN pada area tepi yang terpotong akibat ekstraksi *blob detection*. Nilai piksel yang ditambahkan adalah 0, sesuai dengan nilai piksel citra hasil *thresholding*.

### 2. Justifikasi ekstraksi Sampel

Sampel dalam pengujian kali ini menggunakan contoh kasus sampel B2 butir normal. Validasi data panjang butir beras ditunjukkan pada Tabel 12. Validasi data panjang butir keseluruhan sampel ditunjukkan pada Lampiran 8.

Tabel 12. Validasi Data Ekstraksi Panjang Butir Beras

No	Citra	Validasi	No	Citra	Validasi	No	Citra	Validasi
1		Utuh	78		Utuh	155		Patah
2		Utuh	79		Utuh	156		Utuh
3		Utuh	80		Utuh	157		Utuh
4		Utuh	81		Utuh	158		Patah
5		Utuh	82		Utuh	159		Patah
6		Utuh	83		Utuh	160		Patah
7		Utuh	84		Utuh	161		Patah
8		Utuh	85		Utuh	162		Utuh
9		Utuh	86		Utuh	163		Patah
10		Utuh	87		Utuh	164		Utuh
11		Utuh	88		Utuh	165		Utuh
12		Utuh	89		Utuh	166		Patah
13		Utuh	90		Utuh	167		Patah
14		Utuh	91		Utuh	168		Patah
15		Utuh	92		Utuh	169		Utuh
16		Utuh	93		Utuh	170		Patah
17		Utuh	94		Utuh	171		Patah
18		Utuh	95		Utuh	172		Patah
19		Utuh	96		Utuh	173		Patah
20		Utuh	97		Utuh	174		Patah
21		Utuh	98		Utuh	175		Patah
22		Utuh	99		Utuh	176		Patah
23		Utuh	100		Utuh	177		Patah
24		Utuh	101		Utuh	178		Patah
25		Utuh	102		Utuh	179		Patah
26		Utuh	103		Utuh	180		Patah
27		Utuh	104		Utuh	181		Patah

28		Utuh
29		Utuh
30		Utuh
31		Utuh
32		Utuh
33		Utuh
34		Utuh
35		Utuh
36		Utuh
37		Utuh
38		Utuh
39		Utuh
40		Utuh
41		Utuh
42		Utuh
43		Utuh
44		Utuh
45		Utuh
46		Utuh
47		Utuh
48		Utuh
49		Utuh
50		Utuh
51		Utuh
52		Utuh
53		Utuh
54		Utuh
55		Utuh
56		Utuh
57		Utuh
105		Utuh
106		Utuh
107		Utuh
108		Utuh
109		Utuh
110		Utuh
111		Patah
112		Utuh
113		Utuh
114		Utuh
115		Utuh
116		Utuh
117		Utuh
118		Utuh
119		Utuh
120		Utuh
121		Patah
122		Utuh
123		Patah
124		Utuh
125		Utuh
126		Utuh
127		Utuh
128		Utuh
129		Utuh
130		Patah
131		Patah
132		Utuh
133		Utuh
134		Utuh
182		Patah
183		Patah
184		Patah
185		Patah
186		Patah
187		Patah
188		Patah
189		Patah
190		Patah
191		Patah
192		Patah
193		Patah
194		Patah
195		Patah
196		Patah
197		Patah
198		Patah
199		Patah
200		Patah
201		Patah
202		Menir
203		Patah
204		Patah
205		Patah
206		Patah
207		Patah
208		Patah
209		Patah
210		Patah
211		Patah

58		Utuh	135		Patah	212		Patah
59		Utuh	136		Patah	213		Patah
60		Utuh	137		Patah	214		Patah
61		Utuh	138		Patah	215		Patah
62		Utuh	139		Utuh	216		Patah
63		Utuh	140		Utuh	217		Patah
64		Utuh	141		Patah	218		Patah
65		Utuh	142		Patah	219		Patah
66		Utuh	143		Patah	220		Patah
67		Utuh	144		Utuh	221		Patah
68		Utuh	145		Patah	222		Patah
69		Utuh	146		Patah	223		Patah
70		Utuh	147		Patah	224		Patah
71		Utuh	148		Patah	225		Patah
72		Utuh	149		Utuh	226		Menir
73		Utuh	150		Patah	227		Patah
74		Utuh	151		Patah	228		Menir
75		Utuh	152		Patah	229		Menir
76		Utuh	153		Patah			
77		Utuh	154		Patah			

Berdasarkan Tabel 12, sampel B2 menghasilkan sampel ekstraksi citra sebesar 229 sampel, dengan jumlah utuh sebanyak 139 butir atau sebesar 60,7% dari total sampel B2, jumlah butir patah sebanyak 86 butir atau sebesar 37,55% dari total sampel B2, dan jumlah menir sebanyak 4 butir atau sebesar 1,75% dari total sampel B2.

### 3. Analisa Nilai *Thresholding*

Analisa *Thresholding* mempengaruhi jumlah titik yang terdeteksi. *geometrical thresholding* tidak dilakukan perubahan nilai atau diatur sebesar

default 18 point. Pengubahan nilai *difference thresholding* pada sampel butir B2 didapat hasil sesuai Tabel 13.

Tabel 13. Data Jumlah SUSAN terhadap Nilai *Thresholding*

No	<i>Thresholding</i>	SUSAN			Jumlah butir		
		Maks	Min	<i>Mean</i>	Utuh	patah	Menir
1	6	20	2	9,04	117	108	4
2	12	18	3	8,48	120	106	3
3	25	14	2	7,16	120	105	4
4	50	9	2	5,14	120	106	3
5	100	9	2	4,37	111	115	3
6	200	8	1	3,69	109	117	3

Berdasarkan tabel 13, dapat direpresentasikan dalam bentuk grafik sesuai dengan Diagram 22.

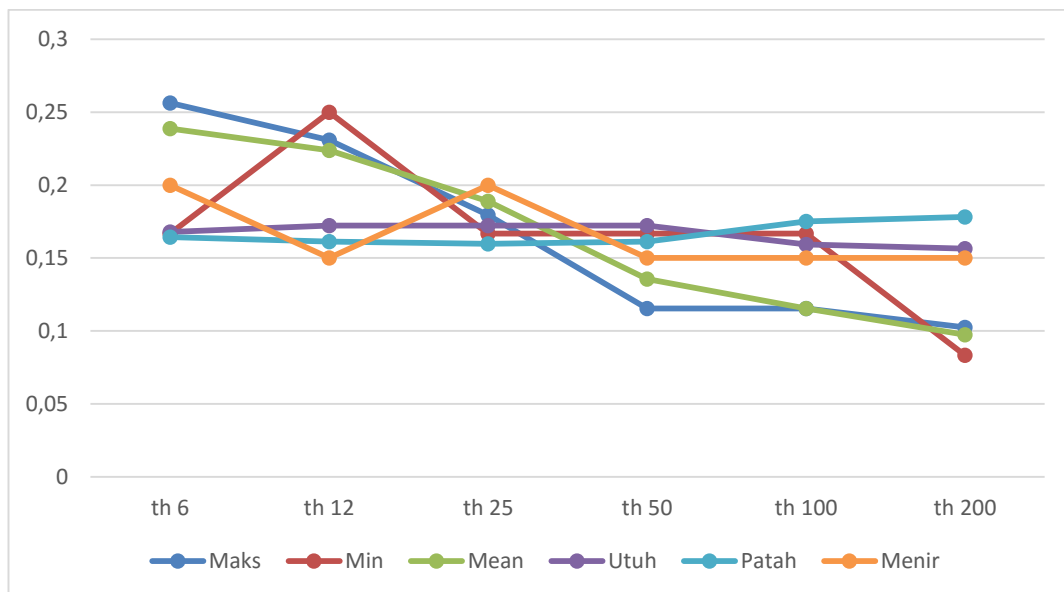


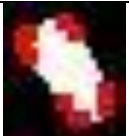





Diagram 22. Jumlah SUSAN Terhadap Nilai Thresholding

Berdasarkan Diagram 22, grafik paling konstan adalah “butir patah”, dan “butir utuh”, hal tersebut dikarenakan nilai yang dihasilkan cukup besar, tetapi tidak memiliki selisih yang cukup tajam, sehingga tidak menghasilkan perubahan linear

garis yang cukup signifikan. Perubahan yang signifikan terjadi pada nilai “min” dan jumlah “menir”. Hal tersebut dikarenakan hasil pengujian memberikan nilai kisaran pendek  $< 10$ , sehingga perubahan yang terjadi menjadi cukup besar dan mempengaruhi linearitas grafik tersebut.

Pada pengaturan *thresholding* sebesar 6 sampai 50 beda kecerahan, nilai butir utuh memiliki dominasi unggul, sedangkan pada *thresholding* 100 dan 200 menghasilkan jumlah butir patah lebih besar. Hal ini dikarenakan sedikit nya piksel pada wilayah tepi yang mampu terdeteksi sebagai sudut, sehingga dalam butir utuh tidak mampu dideteksi secara maksimal pada sudut tepian citra. Jarak antar SUSAN menjadi lebih kecil, dan rata-rata sampel menjadi lebih besar. Contoh citra 073.png pada Tabel 14 menunjukkan masalah tersebut.

Tabel 14. Citra SUSAN Pada Sampel 073.png

Nilai	6	12	25	50	100	200
Citra						
Validasi	Utuh	Utuh	Utuh	Utuh	Utuh	Patah
Jumlah SUSAN	12	9	10	4	5	2
Koordinat terjauh dari titik pusat	(17, 18)	(5, 4)	(16, 20)	(16, 20)	(16, 20)	(10, 3)
Panjang	18,44	18,87	20	20	20	18

Tabel 14 memperlihatkan titik SUSAN yang terdeteksi akibat perlakuan *thresholding*. Semakin besar nilai batas *thresholding*, jumlah SUSAN yang



terdeteksi semakin kecil, sehingga pendeteksian di wilayah tepi tidak terjadi. Hal tersebut ditunjukkan pada nilai *thresholding* 200, pada citra tersebut, titik terjauh dari titik pusat berada pada koordinat (10, 3), sedangkan maksimal jarak terpanjang yang mampu dideteksi oleh SUSAN berada pada koordinat (16, 20) yang dicapai oleh beda kecerahan 25 – 100.

Pada pendeteksian 6, dan 12 menghasilkan jarak yang tidak maksimal. Diagram 22 pada pendeteksian 6 memperlihatkan tingkat kesalahan dari pendeteksian butir sebagai “utuh” mengalami peningkatan, artinya nilai rata-rata sampel yang digunakan pada sampel 6 lebih sedikit dari sampel 12 dan 25, tetapi terhadap keseluruhan data menunjukkan jumlah titik yang terdeteksi merupakan terbanyak. Hal tersebut dapat difahami sebagai wilayah tepi yang terdeteksi sebagai sudut tepi merupakan titik saling berhimpit. Titik titik tersebut memiliki tingkat beda kecil, sehingga wilayah jangkauan USAN yang terdeteksi menjadi terpisah atau dideteksi pada wilayah USAN lain.

Berdasarkan Tabel 13 dan 14, hasil pengamatan terbaik ditunjukkan pada kisaran 25 – 50 beda kecerahan. Pembentukan algoritma menggunakan nilai 25 beda kecerahan, hal tersebut dikarenakan kecermatan jumlah butir terdeteksi “menir” pada Tabel 13, serta pada Tabel 14 menunjukkan jumlah titik yang terdeteksi pada beda kecerahan 25 lebih besar dari beda kecerahan 50. Jumlah titik yang banyak diharapkan mampu mendeteksi wilayah tepi lebih besar dengan akurasi yang lebih baik.

#### 4. Akurasi Hasil Analisa *Thresholding*

Berdasarkan analisa *thresholding* yang dilakukan pada Tabel 13, keseluruhan pengujian yang dilakukan menghasilkan kesalahan pendeteksian butir “utuh” sebagai “patah” cukup besar. Tabel 15 menunjukkan tingkat kesalahan pengujian.

Tabel 15. Akurasi Data Pengujian Panjang Butir

	6	12	25	50	100	200	<i>Mean</i>	Kontrol
Utuh	117	120	120	120	111	109	116,167	139
Patah	108	106	105	106	115	117	109,5	86
Menir	4	3	4	3	3	3	3,333	4

Akurasi hasil dari pengamatan data sementara adalah sebagai berikut,

1. Akurasi Butir Utuh

$$Akurasi Butir Utuh = \frac{116,67}{139} * 100\% = 83,45\%$$

$$Error Butir Utuh = 100\% - 83,45\% = 16,55\%$$

2. Akurasi Butir Patah

$$Akurasi Butir Patah = 100\% ; \text{Semua butir patah terdeteksi}$$

3. Akurasi Menir

$$Akurasi Menir = \frac{3,33}{4} * 100\% = 83,33\%$$

$$Error Butir Utuh = 100\% - 83,45\% = 16,67\%$$

4. Keseluruhan Pengujian

$$Keseluruhan Akurasi = \frac{83,45\% + 100\% + 83,33\%}{3} = 88,93\%$$

$$Error = 100\% - 88,93\% = 11,07\%$$

Tingkat kesalahan pengujian sebesar 11,07% menunjukkan algoritma masih dapat diperbaiki. Perbaikan yang dimaksud dengan memanipulasi standar SNI terhadap panjang baku yang ditetapkan sebagai butir utuh, butir patah, dan menir. Prasyarat perhitungan rata-rata dari 20 butir utuh tetap dijadikan sebagai patokan dasar dalam penentuan panjang butir.

## 5. Analisa Batas Pengukuran Panjang Butir

Berdasarkan analisa nilai thresholding, maka beda kecerahan yang digunakan sebesar 25. Pada beda kecerahan tersebut, sebanyak 229 sampel B2 memiliki rata-rata panjang butir sebesar 25,32 dengan standar deviasi sebesar 6,59. Manipulasi pada sampel B2 sesuai dengan Tabel 16. Data tersebut menunjukkan tingkat peningkatan butir utuh pada setiap penurunan batas butir patah, dan tingkat penurunan butir menir pada setiap penurunan batas penerimaan butir menir. Maka butir patah merupakan keseluruhan butir yang tidak tergolong sebagai butir utuh dan menir.

Tabel 16. Hasil Manipulasi Batas Penentuan Panjang Butir

Uji	Batas dari butir utuh		Jumlah Butir		
	Patah	Menir	Utuh	Patah	Menir
kontrol	-	-	139	86	4
1	0,7	0,3	120	105	4
2	0,65	0,3	126	99	4
3	0,6	0,3	144	81	4
4	0,7	0,25	144	84	1
5	0,65	0,25	126	102	1
6	0,6	0,25	120	108	1

Pada uji ke 3 dan ke 4, jumlah butir patah mendekati jumlah butir kontrol yang dicapai. Pada uji ke 3, butir menir sesuai dengan butir kontrol, sedangkan butir

patah berselisih 5 point. Sedangkan pada uji ke 4, butir menir berselisih 3 point, tetapi berselisih 2 point dari butir kontrol. Sehingga dapat diambil batas butir menir pada rentang nilai 0,28 - 0,3 dan patah pada rentang 0,65 – 0,6.

Nilai yang cukup mendekati nilai tersebut, digunakan rentang 0,29 pada butir menir, sedangkan pada butir patah pada nilai 86 dari rentang [81, 99], sesuai dengan persamaan 96.

$$\text{Penambahan rentang} = \frac{86-81}{99-81} = \frac{5}{18} = 0,27 \quad (93)$$

Batas yang digunakan pada rentang sebesar 0,61 sesuai persamaan 97.

$$\text{batas} = 0,6 + (0,65 - 0,6) * 0,27 = 0,6 + 0,0135 = 0,61 \quad (94)$$

Batas yang digunakan dalam pengujian butir patah merupakan butir yang memiliki panjang 0,61% dari rata-rata 20 butir beras utuh, dan menir merupakan butir yang memiliki panjang 0,29% dari rata-rata 20 butir beras utuh. Data hasil pengujian panjang butir ditunjukkan pada Tabel 17.

Tabel 17. Data Panjang Butir Beras Berdasarkan SUSAN Detection

No	Citra	Ukuran citra				Jumlah susan	Ukuran panjang	Justifikasi
		tinggi	lebar	diagonal	rasio			
1	001.png	26	30	40	1,15	7	27,78	butir utuh
2	002.png	25	30	39	1,20	5	28,84	butir utuh
3	003.png	31	24	39	0,77	8	26,83	butir utuh
4	004.png	25	29	38	1,16	9	26,08	butir utuh
5	005.png	30	24	38	0,80	8	26,83	butir utuh
6	006.png	23	31	39	1,35	7	27,20	butir utuh
7	007.png	33	21	39	0,64	10	29,53	butir utuh
8	008.png	22	31	38	1,41	10	26,00	butir utuh
9	009.png	25	27	37	1,08	7	25,46	butir utuh
10	010.png	28	24	37	0,86	8	26,91	butir utuh
11	011.png	23	29	37	1,26	9	26,08	butir utuh
12	012.png	29	23	37	0,79	14	27,20	butir utuh

13	013.png	30	22	37	0,73	9	26,08	butir utuh
14	014.png	25	26	36	1,04	7	22,80	butir utuh
15	015.png	25	26	36	1,04	12	25,61	butir utuh
16	016.png	20	33	39	1,65	9	28,64	butir utuh
17	017.png	23	28	36	1,22	8	24,08	butir utuh
18	018.png	32	20	38	0,63	8	27,20	butir utuh
19	019.png	32	20	38	0,63	8	27,20	butir utuh
20	020.png	26	24	35	0,92	5	25,61	butir utuh
21	021.png	30	21	37	0,70	13	25,06	butir utuh
22	022.png	21	30	37	1,43	7	24,17	butir utuh
23	023.png	21	30	37	1,43	7	26,00	butir utuh
24	024.png	23	27	35	1,17	8	24,08	butir utuh
25	025.png	28	22	36	0,79	13	25,06	butir utuh
26	026.png	31	20	37	0,65	7	24,74	butir utuh
27	027.png	21	29	36	1,38	7	25,06	butir utuh
28	028.png	21	29	36	1,38	12	25,06	butir utuh
29	029.png	25	24	35	0,96	8	24,08	butir utuh
30	030.png	25	24	35	0,96	8	25,46	butir utuh
31	031.png	24	25	35	1,04	9	21,63	butir utuh
32	032.png	19	32	37	1,68	12	25,06	butir utuh
33	033.png	32	19	37	0,59	12	26,00	butir utuh
34	034.png	32	19	37	0,59	10	25,06	butir utuh
35	035.png	21	28	35	1,33	9	25,06	butir utuh
36	036.png	31	19	36	0,61	8	25,30	butir utuh
37	037.png	31	19	36	0,61	11	26,00	butir utuh
38	038.png	24	24	34	1,00	6	22,80	butir utuh
39	039.png	18	33	38	1,83	9	26,68	butir utuh
40	040.png	20	29	35	1,45	13	24,17	butir utuh
41	041.png	29	20	35	0,69	11	23,41	butir utuh
42	042.png	20	29	35	1,45	12	25,06	butir utuh
43	043.png	22	26	34	1,18	10	24,41	butir utuh
44	044.png	26	22	34	0,85	11	24,41	butir utuh
45	045.png	35	17	39	0,49	7	29,12	butir utuh
46	046.png	19	30	36	1,58	11	26,00	butir utuh
47	047.png	30	19	36	0,63	7	26,83	butir utuh
48	048.png	30	19	36	0,63	7	23,32	butir utuh

49	049.png	19	30	36	1,58	8	24,74	butir utuh
50	050.png	28	20	34	0,71	11	24,17	butir utuh
51	051.png	31	18	36	0,58	11	25,06	butir utuh
52	052.png	31	18	36	0,58	11	25,30	butir utuh
53	053.png	18	31	36	1,72	12	26,83	butir utuh
54	054.png	31	18	36	0,58	11	25,30	butir utuh
55	055.png	29	19	35	0,66	10	25,06	butir utuh
56	056.png	19	29	35	1,53	9	24,17	butir utuh
57	057.png	29	19	35	0,66	9	24,17	butir utuh
58	058.png	17	33	37	1,94	7	24,74	butir utuh
59	059.png	33	17	37	0,52	11	26,68	butir utuh
60	060.png	27	20	34	0,74	6	23,32	butir utuh
61	061.png	27	20	34	0,74	9	22,80	butir utuh
62	062.png	27	20	34	0,74	10	22,36	butir utuh
63	063.png	16	35	38	2,19	9	28,07	butir utuh
64	064.png	30	18	35	0,60	9	24,33	butir utuh
65	065.png	18	30	35	1,67	9	24,74	butir utuh
66	066.png	19	28	34	1,47	9	21,54	butir utuh
67	067.png	19	28	34	1,47	6	22,09	butir utuh
68	068.png	26	20	33	0,77	9	20,59	butir utuh
69	069.png	26	20	33	0,77	7	21,54	butir utuh
70	070.png	29	18	34	0,62	9	22,36	butir utuh
71	071.png	17	31	35	1,82	8	25,30	butir utuh
72	072.png	27	19	33	0,70	9	21,54	butir utuh
73	073.png	24	21	32	0,88	10	20,00	butir utuh
74	074.png	16	33	37	2,06	9	26,31	butir utuh
75	075.png	24	21	32	0,88	9	19,70	butir utuh
76	076.png	17	30	34	1,76	12	24,74	butir utuh
77	077.png	30	17	34	0,57	9	24,08	butir utuh
78	078.png	28	18	33	0,64	10	22,36	butir utuh
79	079.png	30	17	34	0,57	7	24,33	butir utuh
80	080.png	17	30	34	1,76	8	24,74	butir utuh
81	081.png	32	16	36	0,50	9	26,68	butir utuh
82	082.png	19	26	32	1,37	9	20,59	butir utuh
83	083.png	32	16	36	0,50	8	26,31	butir utuh
84	084.png	32	16	36	0,50	7	26,68	butir utuh

85	085.png	22	22	31	1,00	9	21,26	butir utuh
86	086.png	22	22	31	1,00	7	18,44	butir utuh
87	087.png	23	21	31	0,91	8	18,44	butir utuh
88	088.png	29	17	34	0,59	9	22,36	butir utuh
89	089.png	15	34	37	2,27	7	28,07	butir utuh
90	090.png	15	34	37	2,27	8	29,12	butir utuh
91	091.png	27	18	32	0,67	10	23,32	butir utuh
92	092.png	16	31	35	1,94	8	24,33	butir utuh
93	093.png	31	16	35	0,52	8	24,33	butir utuh
94	094.png	31	16	35	0,52	8	26,00	butir utuh
95	095.png	25	19	31	0,76	10	20,59	butir utuh
96	096.png	17	28	33	1,65	10	22,36	butir utuh
97	097.png	16	30	34	1,88	8	23,41	butir utuh
98	098.png	30	16	34	0,53	11	24,74	butir utuh
99	099.png	16	30	34	1,88	12	24,08	butir utuh
100	100.png	30	16	34	0,53	10	22,80	butir utuh
101	101.png	20	23	30	1,15	8	20,00	butir utuh
102	102.png	32	15	35	0,47	9	27,20	butir utuh
103	103.png	19	24	31	1,26	9	18,44	butir utuh
104	104.png	32	15	35	0,47	7	26,00	butir utuh
105	105.png	17	27	32	1,59	4	22,36	butir utuh
106	106.png	29	16	33	0,55	7	22,36	butir utuh
107	107.png	21	21	30	1,00	6	18,44	butir utuh
108	108.png	34	14	37	0,41	8	26,31	butir utuh
109	109.png	30	15	34	0,50	6	24,74	butir utuh
110	110.png	17	25	30	1,47	8	18,87	butir utuh
111	111.png	19	22	29	1,16	8	17,20	butir utuh
112	112.png	29	15	33	0,52	5	22,36	butir utuh
113	113.png	23	18	29	0,78	7	17,09	butir utuh
114	114.png	26	16	31	0,62	10	20,40	butir utuh
115	115.png	31	14	34	0,45	6	24,33	butir utuh
116	116.png	15	28	32	1,87	12	22,09	butir utuh
117	117.png	19	21	28	1,11	6	15,23	butir patah
118	118.png	22	18	28	0,82	10	17,20	butir utuh
119	119.png	25	16	30	0,64	9	18,97	butir utuh
120	120.png	14	29	32	2,07	10	22,80	butir utuh

121	121.png	19	20	28	1,05	9	15,62	butir utuh
122	122.png	19	20	28	1,05	8	15,62	butir utuh
123	123.png	20	19	28	0,95	10	15,62	butir utuh
124	124.png	21	18	28	0,86	6	15,62	butir utuh
125	125.png	18	21	28	1,17	8	15,23	butir patah
126	126.png	21	18	28	0,86	9	15,23	butir patah
127	127.png	22	17	28	0,77	7	16,12	butir utuh
128	128.png	31	13	34	0,42	6	24,08	butir utuh
129	129.png	18	20	27	1,11	5	14,42	butir patah
130	130.png	18	20	27	1,11	8	14,14	butir patah
131	131.png	21	17	27	0,81	5	16,12	butir utuh
132	132.png	24	15	28	0,63	7	18,97	butir utuh
133	133.png	26	14	30	0,54	9	20,40	butir utuh
134	134.png	22	16	27	0,73	7	16,49	butir utuh
135	135.png	19	18	26	0,95	8	16,97	butir utuh
136	136.png	19	18	26	0,95	5	13,42	butir patah
137	137.png	17	20	26	1,18	9	15,62	butir utuh
138	138.png	17	20	26	1,18	6	14,00	butir patah
139	139.png	23	15	27	0,65	5	16,49	butir utuh
140	140.png	23	15	27	0,65	6	16,12	butir utuh
141	141.png	21	16	26	0,76	7	15,62	butir utuh
142	142.png	18	18	25	1,00	7	14,42	butir patah
143	143.png	19	17	25	0,89	5	14,14	butir patah
144	144.png	20	16	26	0,80	5	14,14	butir patah
145	145.png	16	20	26	1,25	4	15,23	butir patah
146	146.png	16	20	26	1,25	9	14,14	butir patah
147	147.png	16	20	26	1,25	6	16,12	butir utuh
148	148.png	20	16	26	0,80	11	14,14	butir patah
149	149.png	13	25	28	1,92	6	18,44	butir utuh
150	150.png	18	17	25	0,94	5	15,62	butir utuh
151	151.png	17	18	25	1,06	7	14,42	butir patah
152	152.png	17	18	25	1,06	9	12,81	butir patah
153	153.png	18	17	25	0,94	7	12,81	butir patah
154	154.png	17	18	25	1,06	7	14,42	butir patah
155	155.png	16	19	25	1,19	8	14,42	butir patah
156	156.png	20	15	25	0,75	9	14,56	butir patah



157	157.png	20	15	25	0,75	8	15,23	butir patah
158	158.png	17	17	24	1,00	6	11,66	butir patah
159	159.png	18	16	24	0,89	6	12,17	butir patah
160	160.png	18	16	24	0,89	6	14,42	butir patah
161	161.png	18	16	24	0,89	6	12,65	butir patah
162	162.png	14	21	25	1,50	6	15,23	butir patah
163	163.png	15	19	24	1,27	7	12,65	butir patah
164	164.png	20	14	24	0,70	6	14,56	butir patah
165	165.png	14	20	24	1,43	5	14,56	butir patah
166	166.png	16	17	23	1,06	8	12,81	butir patah
167	167.png	16	17	23	1,06	5	14,14	butir patah
168	168.png	17	16	23	0,94	5	11,66	butir patah
169	169.png	17	16	23	0,94	4	11,66	butir patah
170	170.png	16	17	23	1,06	6	11,31	butir patah
171	171.png	16	17	23	1,06	8	11,66	butir patah
172	172.png	17	16	23	0,94	7	11,31	butir patah
173	173.png	17	16	23	0,94	4	10,77	butir patah
174	174.png	15	18	23	1,20	5	13,42	butir patah
175	175.png	18	15	23	0,83	8	13,42	butir patah
176	176.png	16	16	23	1,00	6	12,81	butir patah
177	177.png	16	16	23	1,00	5	10,20	butir patah
178	178.png	17	15	23	0,88	5	11,31	butir patah
179	179.png	17	15	23	0,88	5	11,66	butir patah
180	180.png	17	15	23	0,88	7	10,20	butir patah
181	181.png	17	15	23	0,88	5	10,77	butir patah
182	182.png	17	15	23	0,88	8	10,77	butir patah
183	183.png	15	17	23	1,13	6	10,00	butir patah
184	184.png	15	17	23	1,13	5	11,66	butir patah
185	185.png	15	17	23	1,13	7	11,66	butir patah
186	186.png	15	17	23	1,13	6	11,66	butir patah
187	187.png	15	17	23	1,13	5	11,31	butir patah
188	188.png	17	15	23	0,88	6	11,66	butir patah
189	189.png	18	14	23	0,78	6	12,65	butir patah
190	190.png	18	14	23	0,78	4	10,00	butir patah
191	191.png	16	15	22	0,94	9	10,20	butir patah
192	192.png	15	16	22	1,07	6	11,66	butir patah
193	193.png	16	15	22	0,94	6	10,77	butir patah
194	194.png	15	16	22	1,07	7	10,77	butir patah
195	195.png	15	16	22	1,07	4	10,00	butir patah

196	196.png	16	15	22	0,94	3	10,00	butir patah
197	197.png	12	21	24	1,75	4	15,23	butir patah
198	198.png	15	16	22	1,07	5	10,00	butir patah
199	199.png	16	15	22	0,94	6	11,66	butir patah
200	200.png	15	16	22	1,07	4	10,00	butir patah
201	201.png	15	16	22	1,07	5	10,00	butir patah
202	202.png	17	14	22	0,82	5	10,20	butir patah
203	203.png	14	17	22	1,21	7	11,31	butir patah
204	204.png	13	18	22	1,38	3	13,42	butir patah
205	205.png	15	15	21	1,00	4	8,94	butir patah
206	206.png	15	15	21	1,00	5	10,00	butir patah
207	207.png	15	15	21	1,00	4	10,00	butir patah
208	208.png	14	16	21	1,14	4	8,94	butir patah
209	209.png	16	14	21	0,88	6	10,77	butir patah
210	210.png	14	16	21	1,14	7	10,77	butir patah
211	211.png	14	16	21	1,14	4	10,00	butir patah
212	212.png	15	14	21	0,93	5	10,00	butir patah
213	213.png	15	14	21	0,93	4	8,94	butir patah
214	214.png	14	15	21	1,07	5	11,31	butir patah
215	215.png	15	14	21	0,93	5	10,00	butir patah
216	216.png	15	14	21	0,93	5	8,49	butir patah
217	217.png	16	13	21	0,81	5	10,00	butir patah
218	218.png	13	16	21	1,23	4	10,77	butir patah
219	219.png	14	14	20	1,00	7	8,49	butir patah
220	220.png	15	13	20	0,87	7	8,25	butir patah
221	221.png	15	13	20	0,87	4	8,25	butir patah
222	222.png	15	13	20	0,87	5	10,00	butir patah
223	223.png	16	12	20	0,75	5	10,00	butir patah
224	224.png	13	14	19	1,08	4	7,21	menir
225	225.png	15	12	19	0,80	6	8,94	butir patah
226	226.png	13	13	18	1,00	5	7,21	menir
227	227.png	13	13	18	1,00	4	8,49	butir patah
228	228.png	12	13	18	1,08	5	7,21	menir
229	229.png	12	9	15	0,75	2	6,32	menir

Tabel 17 menunjukkan data tabel pengujian panjang butir beras pada sampel

B2. Batas thresholding yang digunakan sebesar 25, menghasilkan rata-rata panjang

butir terdeteksi sebesar 25,32 piksel, dan standar deviasi sebesar 6,59 piksel. Rentang pada butir utuh yang dihasilkan yakni sebesar [15.44, 31.91] untuk butir utuh, [7.34, 15.44] untuk butir patah, dan [0, 7,34] untuk menir. Total butir yang berhasil sebanyak 299 citra butir menghasilkan pengujian terhadap butir utuh sebanyak 137 butir, butir patah sebanyak 88 butir dan butir menir sebanyak 4 butir.

## 6. Akurasi Hasil Pengujian Panjang Butir

Hasil dari pengujian pada sampel B2 setelah dilakukan perbaikan hasil akhir menunjukkan akurasi data sebagai berikut,

### 1. Akurasi Butir Utuh

$$Akurasi Butir Utuh = \frac{137}{139} * 100\% = 98,56\%$$

$$Errorr Butir Utuh = 100\% - 98,56\% = 1,44\%$$

### 2. Akurasi Butir Patah

$$Akurasi Butir Patah = 100\%; \text{ Semua butir patah terdeteksi}$$

### 3. Akurasi Menir

$$Akurasi Menir = 100\% ; \text{ Semua butir patah terdeteksi}$$

### 4. Keseluruhan Pengujian

$$Keseluruhan Akurasi = \frac{98,56\% + 100\% + 100\%}{3} = 99,52\%$$

$$Errorr = 100\% - 99,52\% = 0,48\%.$$

Keberhasilan algoritma dalam melakukan pengujian pada butir utuh sebesar 98,56% atau mengurangi tingkat errorr sebanyak 15,11%, sedangkan butir menir menghasilkan pengujian 100% atau mengurangi tingkat errorr sebanyak 16,67%.

Akurasi keseluruhan pengujian dari akurasi pengujian semula sebesar 88,93% meningkat sebanyak 10,59% menjadi sebesar 99,52%. Tabel hasil dari pengujian keseluruhan sampel ditunjukkan dalam Lampiran 9.

### **C. Hasil Pengujian Tekstur Butir**

Pengenalan pola tekstur menggunakan metode gabungan antara fuzzy dan neural network yakni metode *neurofuzzy*. *Neurofuzzy* atau *neural fuzzy system* digunakan dalam merealisasikan proses penalaran *fuzzy* dengan menggunakan algoritma *backpropagation*. Sistem *neurofuzzy* yang digunakan dalam pengujian adalah model ANFIS atau *adaptive neurofuzzy inference system*.

ANFIS adalah arsitektur yang secara fungsional sama dengan *fuzzy rule base* model Sugeno. Arsitektur ANFIS juga sama dengan metode *neural network* dengan fungsi radial dan batasan tertentu. Secara umum, ANFIS merupakan metode yang melakukan penyetelan aturan untuk digunakan algoritma pembelajaran terhadap sekumpulan data. Pada ANFIS memungkinkan aturan yang digunakan beradaptasi.

#### **1. Pembagian Data Sampel**

Data sampel yang digunakan dibagi menjadi data *training* dan *testing*. Setiap data pengujian dibagi kedalam 5 klasifikasi sebagai target *output*. Pembagian data yang digunakan adalah sebagai berikut,

- a. Butir normal berderajat sosoh 100% atau klasifikasi premium baik dengan target *output* bernilai 1 terdiri dari,

- Sampel A sebanyak 571 citra, dengan 334 citra sebagai data *training*, 222 citra sebagai data *testing* dan 15 data ditolak
  - Sampel B7 sebanyak 483 citra, dengan 286 citra sebagai data *training*, 192 citra sebagai data *testing*, dan 5 data ditolak.
  - Sampel B1 sebanyak 607 citra, dengan 360 citra sebagai data *training*, 243 citra sebagai data *testing*, dan 4 data ditolak.
  - Sampel B2 sebanyak 604 citra, dengan 361 citra sebagai data *training*, 240 citra sebagai data *testing*, dan 3 data ditolak.
- b. Butir rusak berderajat sosoh 100% atau klasifikasi premium buruk dengan target *output* bernilai 2 terdiri dari,
- Sampel A sebanyak 113 citra, dengan 62 citra sebagai data *training*, 35 citra sebagai data *testing*, dan 16 data ditolak.
  - Sampel B1 sebanyak 201 citra, dengan 114 citra sebagai data *training*, 75 citra sebagai data *testing* dan 12 data ditolak.
  - Sampel B2 sebanyak 140 citra, dengan 64 citra sebagai data *training*, 43 citra sebagai data *testing*, dan 33 data ditolak.
- c. Butir normal berderajat sosoh 95% atau klasifikasi medium baik dengan target *output* bernilai 3 terdiri dari
- Sampel D1 sebanyak 722 citra, dengan 406 citra sebagai data *training*, 266 citra sebagai data *testing*, dan 50 data ditolak.
  - Sampel D2 sebanyak 601 citra, dengan 350 citra sebagai data *training*, 234 citra sebagai data *testing*, dan 17 data ditolak.

- d. Butir rusak berderajat sosoh 95% atau klasifikasi medium buruk dengan target *output* bernilai 4 terdiri dari
- Sampel D1 sebanyak 252 citra, dengan 141 citra sebagai data *training*, 89 citra sebagai data *testing*, dan 22 data ditolak.
  - Sampel D2 sebanyak 115 citra, dengan 61 citra sebagai data *training*, 40 citra sebagai data *testing*, dan 14 data ditolak.
- e. Butir berderajat sosoh 85% atau klasifikasi ekonomis dengan target *output* bernilai 5 terdiri dari
- Sampel C sebanyak 965 citra, dengan 545 citra sebagai data *training*, 359 citra sebagai data *testing* dan 61 data ditolak.

Berdasarkan pembagian data pengujian, total data sampel menggunakan sebanyak 5.374 citra yang dibagi sebanyak 3.084 data training, dan 2.038 data testing, dan 252 data tidak digunakan.

## **2. Parameter Statistik Ekstraksi Citra**

Parameter statistik diperoleh dengan menggunakan metode *Gray level Co-occurrence Matriks* (GLCM). GLCM merupakan metode pembentukan matriks berdasarkan relasi ketetanggaan dengan jarak 1 piksel pada sudut :  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$ , dan  $135^\circ$ . Matriks *co-occurrence* berukuran  $255 \times 255$ , sehingga tidak dilampirkan.

Pada citra butir beras A.1 004.png, menghasilkan ekstraksi parameter statistika pada tiap relasi ketetanggaan ditunjukkan pada Tabel 18. Berdasarkan Tabel 18, nilai dari setiap ekstraksi parameter citra merupakan nilai maksimal dari hasil perhitungan parameter statistika di setiap relasi ketetanggaan. Nilai inilah

yang selanjutnya digunakan sebagai nilai *input*. Nilai input yang digunakan kemudian dilakukan normalisasi data menggunakan rata-rata dan standar deviasi.

Tabel 18. Ekstraksi Parameter Statistika pada citra A.1 004.png

Parameter	0 derajat	45 derajat	90 derajat	135 derajat
Energy	0,08701722	0,06798159	<b>0,10741032</b>	0,08773176
Contrast	1542,46667	<b>2861,71538</b>	559,89423	1060,43846
Correlation	36025394,6	39297797,0	33808325,3	<b>41166895,8</b>
Varriance*	1*	1*	1*	1*
IDM	0,33984521	0,29143569	<b>0,40454464</b>	0,37633357
Sum Average	213,997531	<b>220,746154</b>	208,908654	220,746154
Sum Variance	75364,6171	76706,9860	74418,3785	<b>78587,8890</b>
Sum Entropy	4,18791162	<b>4,34270415</b>	4,00337007	4,15880641
Entropy	4,52103723	<b>4,70310766</b>	4,32797682	4,48393323
Difference Variance	0,00046006	0,00032867	<b>0,00061225</b>	0,00051980
Difference Entropy	3,50723073	<b>3,86420491</b>	3,08010793	3,29279911
First Measure	-0,75630163	<b>-0,72188665</b>	-0,80078586	-0,78154983
Second Measure	0,99803380	0,99763377	0,99845977	<b>0,99847418</b>
Homogeneity	0,37462879	0,32187697	<b>0,44432662</b>	0,41420599
Cluster Prominence	11960445104	12030272056	11928932699	<b>12545377909</b>
Cluster Shade	29858556,8	30190505,1	29633135,6	<b>31249309,6</b>

Keterangan : \* = Data bersifat homogen / ditolak, ■ = data yang digunakan

Keseluruhan ekstraksi parameter statistika sampel data *training* ditunjukkan pada Lampiran 10, sedangkan sampel data *testing* ditunjukkan pada Lampiran 11. Data pengujian menggunakan data *training* dengan 15 parameter input dan nilai *default* dalam pembentukan cluster model inferensi *fuzzy*.

### 3. Clustering Data Training Sampel

Model ANFIS data *training* mengalami pemecahan data sampel sebagai pembentukan basis aturan yang ditunjukkan sebagai berikut,

a. *ASM / Energy*

Parameter ASM sebagai nilai input pertama (in1) dipecah ke dalam 11 *cluster* yang ditunjukkan pada Diagram 23.

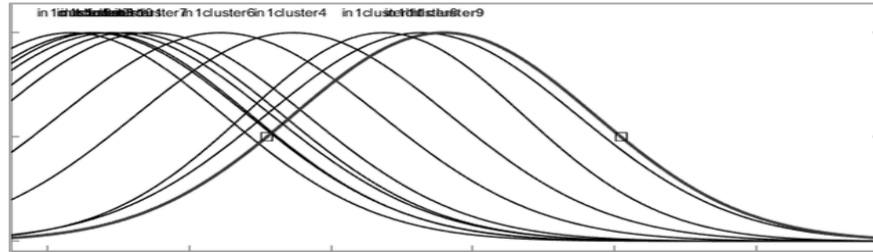


Diagram 23. *Subtractive Clustering* Parameter ASM

Parameter ASM memiliki rentang data [-1.259 4.881] menghasilkan fungsi keanggotaan pada tiap klasifikasi sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in1cluster4 dengan *center* 0.7302 dan varian sebesar 1.104, *cluster* in1cluster5 dengan *center* -0.8319 dan varian sebesar 1.073, serta *cluster* in1cluster8 dengan *center* 1.638 dan varian sebesar 1.096.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in1cluster7 dengan *center* -0.277 dan varian sebesar 1.102, serta *cluster* in1cluster10 dengan *center* -0.5469 dan varian sebesar 1.124.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in1cluster2 dengan *center* -0.6876 dan varian sebesar 1.1, serta *cluster* in1cluster9 dengan *center* 1.796 dan varian sebesar 1.062.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in1cluster1 dengan *center* -0.4297 dan varian sebesar 1.086, serta *cluster* in1cluster6 dengan *center* 0.2177 dan varian sebesar 1.128.



- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster* in1cluster3 dengan *center* -0.646 dan varian sebesar 1.078, serta *cluster* in1cluster11 dengan *center* 1.37 dan varian sebesar 0.9832.

b. *Contrast*

Parameter *contrast* sebagai nilai *input* kedua (in2) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *contrast* ditunjukkan pada Diagram 24.

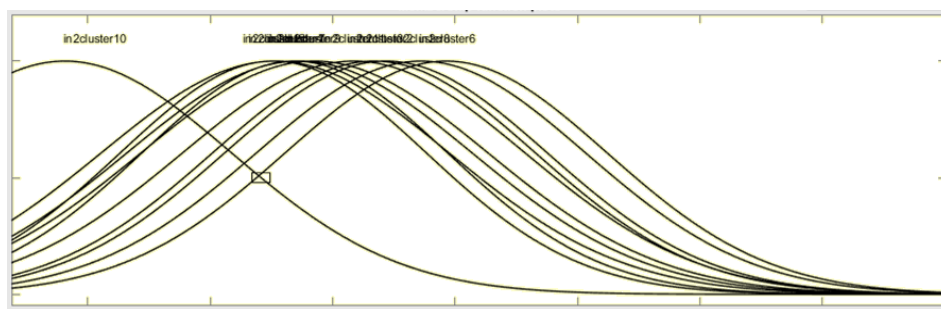


Diagram 24. *Subtractive Clustering* Parameter *Contrast*

Parameter *contrast* memiliki rentang data [-2.622 5.015]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap cluster sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in2cluster4 dengan *center* -0.3098 dan varian sebesar 1.247, *cluster* in2cluster5 dengan *center* -0.4701 dan varian sebesar 1.419, serta *cluster* in2cluster8 dengan *center* 0.7213 dan varian sebesar 1.343.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in2cluster7 dengan *center* -0.2709 dan varian sebesar 1.409, serta *cluster* in2cluster10 dengan *center* -2.186 dan varian sebesar 1.36.

- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster in2cluster2* dengan *center* 0.4353 dan varian sebesar 1.317, serta *cluster in2cluster9* dengan *center* -0.1485 dan varian sebesar 1.416.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in2cluster1* dengan *center* -0.4848 dan varian sebesar 1.249, serta *cluster in2cluster6* dengan *center* 0.9266 dan varian sebesar 1.314.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster in2cluster3* dengan *center* 0.3374 dan varian sebesar 1.318, serta *cluster in2cluster11* dengan *center* 0.19 dan varian sebesar 1.4.

c. *Correlation*

Parameter *correlation* sebagai nilai *input* ketiga (*in3*) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *correlation* ditunjukkan pada Diagram 25.

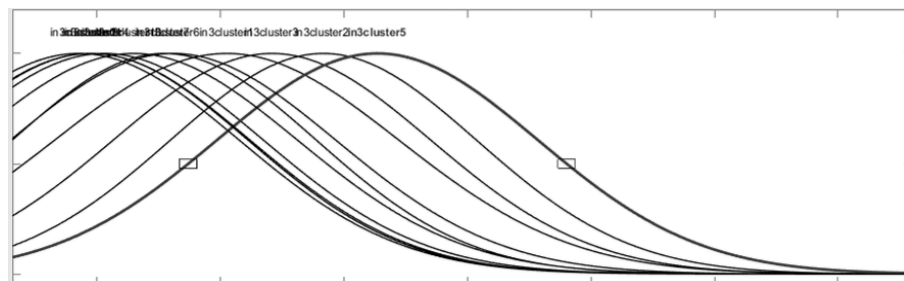


Diagram 25. *Subtractive Clustering Parameter Correlation*

Parameter *Correlation* memiliki rentang data  $[-1.684 \ 5.604]$ . Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap cluster sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster in3cluster4* dengan *center* -0.9404 dan varian sebesar 1.29, *cluster in3cluster5* dengan *center*

1.271 dan varian sebesar 1.301, serta *cluster in3cluster8* dengan *center* -1.048 dan varian sebesar 1.289.

- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in3cluster7* dengan *center* -0.4546 dan varian sebesar 1.232, serta *cluster in3cluster10* dengan *center* -0.7028 dan varian sebesar 1.328.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster in3cluster2* dengan *center* 0.8336 dan varian sebesar 1.24, serta *cluster in3cluster9* dengan *center* -1.144 dan varian sebesar 1.298.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in3cluster1* dengan *center* 0.05126 dan varian sebesar 1.395, serta *cluster in3cluster6* dengan *center* -0.3832 dan varian sebesar 1.318.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster in3cluster3* dengan *center* 0.4174 dan varian sebesar 1.287 serta. *cluster in3cluster11* dengan *center* -1.046 dan varian sebesar 1.271.

#### d. IDM

Parameter *IDM* sebagai nilai *input* keempat (in4) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *IDM* ditunjukkan pada Diagram 26.

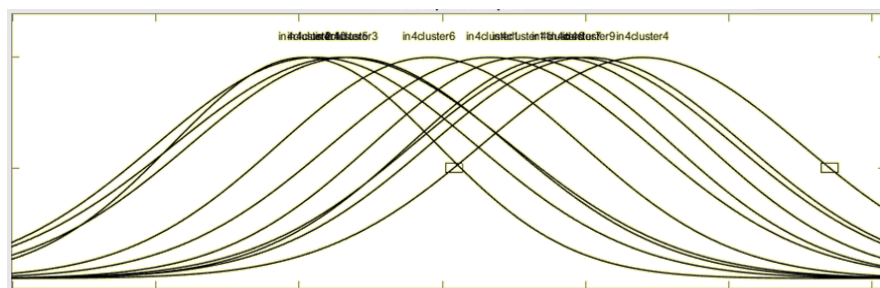


Diagram 26. *Subtractive Clustering* Parameter IDM

Parameter *IDM* memiliki rentang data [-3.012 3.101]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap cluster sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster in4cluster4* dengan *center* 1.393 dan varian sebesar 1.114, *cluster in4cluster5* dengan *center* -0.6988 dan varian sebesar 1.173, serta *cluster in4cluster8* dengan *center* -0.8075 dan varian sebesar 1.034.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in4cluster7* dengan *center* 0.9175 dan varian sebesar 1.119, serta *cluster in4cluster10* dengan *center* -0.8855 dan varian sebesar 1.113.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster in4cluster2* dengan *center* -0.963 dan varian sebesar 0.9254, serta *cluster in4cluster9* dengan *center* 1.013 dan varian sebesar 1.098.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in4cluster1* dengan *center* 0.3355 dan varian sebesar 1.11, serta *cluster in4cluster6* dengan *center* -0.08719 dan varian sebesar 1.056.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster in4cluster3* dengan *center* -0.6482 dan varian sebesar 1.112 serta *cluster in4cluster11* dengan *center* 0.5576 dan varian sebesar 1.047.

e. *Sum Average*

Parameter *sum average* sebagai nilai *input* kelima (*in5*) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *sum average* ditunjukkan pada Diagram 27.

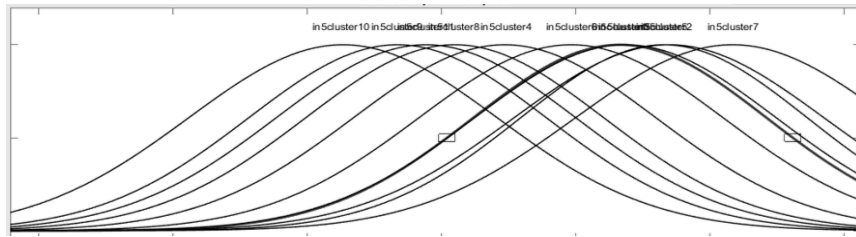


Diagram 27. *Subtractive Clustering Parameter Sum Average*

Parameter *sum average* memiliki rentang data  $[-4.214 \ 2.128]$ . Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap cluster sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster in5cluster4* dengan *center* -0.528 dan varian sebesar 1.129, *cluster in5cluster5* dengan *center* 0.6591 dan varian sebesar 1.07, serta *cluster in5cluster8* dengan *center* -- 0.9002 dan varian sebesar 1.113.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in5cluster7* dengan *center* 1.17 dan varian sebesar 1.173, serta *cluster in5cluster10* dengan *center* -1.733 dan varian sebesar 1.152.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster in5cluster2* dengan *center* 0.6968 dan varian sebesar 1.157, serta *cluster in5cluster9* dengan *center* -1.327 dan varian sebesar 1.111.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in5cluster1* dengan *center* 0.331 dan varian sebesar 1.095, serta *cluster in5cluster6* dengan *center* -0.03354 dan varian sebesar 1.136.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster in5cluster3* dengan *center* 0.3721 dan varian sebesar 1.126 serta. *cluster in5cluster11* dengan *center* -1.114 dan varian sebesar 1.119.

f. *Sum Variance*

Parameter *sum variance* sebagai nilai *input* keenam (in6) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *sum variance* ditunjukkan pada Diagram 28.

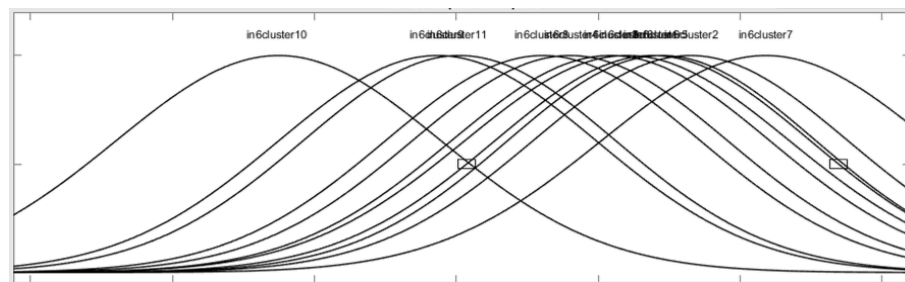


Diagram 28. *Subtractive Clustering* Parameter *Sum Variance*

Parameter *sum variance* memiliki rentang data [-4.12 2.201]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap cluster sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in6cluster4 dengan *center* -0.1999 dan varian sebesar 1.112, *cluster* in6cluster5 dengan *center* 0.4464 dan varian sebesar 1.087, serta *cluster* in6cluster8 dengan *center* -0.3904 dan varian sebesar 1.11.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in6cluster7 dengan *center* 1.18 dan varian sebesar 1.16, serta *cluster* in6cluster10 dengan *center* -2.252 dan varian sebesar 1.146.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in6cluster2 dengan *center* 0.6488 dan varian sebesar 1.11, serta *cluster* in6cluster9 dengan *center* -1.133 dan varian sebesar 1.119.

- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in6cluster1 dengan *center* 0.3824 dan varian sebesar 1.112, serta *cluster* in6cluster6 dengan *center* 0.2027 dan varian sebesar 1.145.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster* in6cluster3 dengan *center* 0.08639 dan varian sebesar 1.123 serta. *cluster* in6cluster11 dengan *center* -0.9783 dan varian sebesar 1.102.

g. *Sum Entropy*

Parameter *sum entropy* sebagai nilai *input* ketujuh (in7) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *sum entropy* ditunjukkan pada Diagram 29.

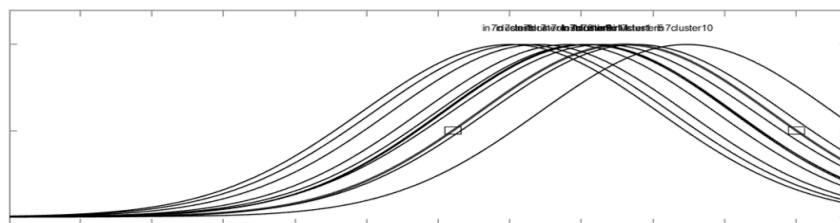


Diagram 29. *Subtractive Clustering Parameter Sum Entropy*

Parameter *sum entropy* memiliki rentang data [-7.992 3.724]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap cluster sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in7cluster4 dengan *center* -0.6003 dan varian sebesar 2.07, *cluster* in7cluster5 dengan *center* 0.7661 dan varian sebesar 2.08, serta *cluster* in7cluster8 dengan *center* -0.9983 dan varian sebesar 2.079.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in7cluster7 dengan *center* -0.8277 dan varian sebesar 2.082, serta *cluster* in7cluster10 dengan *center* 1.468 dan varian sebesar 2.056.

- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in7cluster2 dengan *center* -0.1888 dan varian sebesar 2.064, serta *cluster* in7cluster9 dengan *center* 0.07649 dan varian sebesar 2.029.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in7cluster1 dengan *center* 0.6036 dan varian sebesar 2.038, serta *cluster* in7cluster6 dengan *center* 0.04703 dan varian sebesar 2.077.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster* in7cluster3 dengan *center* 0.1084 dan varian sebesar 2.034 serta. *cluster* in7cluster11 dengan *center* 0.299 dan varian sebesar 2.127.

#### h. Entropy

Parameter *entropy* sebagai nilai *input* kedelapan (in8) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *entropy* ditunjukkan pada Diagram 30.

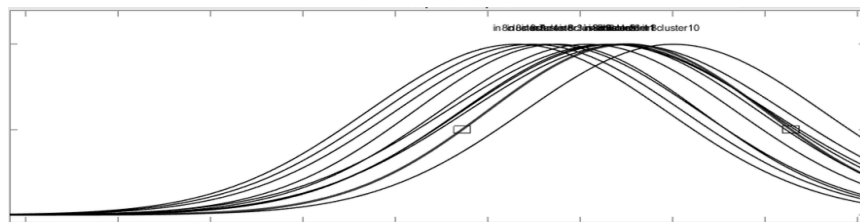


Diagram 30. *Subtractive Clustering Parameter Entropy*

Parameter *entropy* memiliki rentang data [-6.178 3.101]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap cluster sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in8cluster4 dengan *center* -0.522 dan varian sebesar 1.638, *cluster* in8cluster5 dengan *center* 0.3185 dan varian sebesar 1.617, serta *cluster* in8cluster8 dengan *center* -0.3564 dan varian sebesar 1.647.



- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in8cluster7* dengan *center* -0.6852 dan varian sebesar 1.619, serta *cluster in8cluster10* dengan *center* 1.008 dan varian sebesar 1.618.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster in8cluster2* dengan *center* 0.3015 dan varian sebesar 1.755, serta *cluster in8cluster9* dengan *center* 0.08013 dan varian sebesar 1.606.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in8cluster1* dengan *center* 0.5007 dan varian sebesar 1.51, serta *cluster in8cluster6* dengan *center* 0.376 dan varian sebesar 1.657.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster in8cluster3* dengan *center* -0.2478 dan varian sebesar 1.553 serta. *cluster in8cluster11* dengan *center* 0.4996 dan varian sebesar 1.724.

i. *Difference Varriance*

Parameter *difference varriance* sebagai *input* kesembilan (in9) diubah ke 11 cluster. *Clustering* dari *difference varriance* ditunjukkan pada Diagram 31.

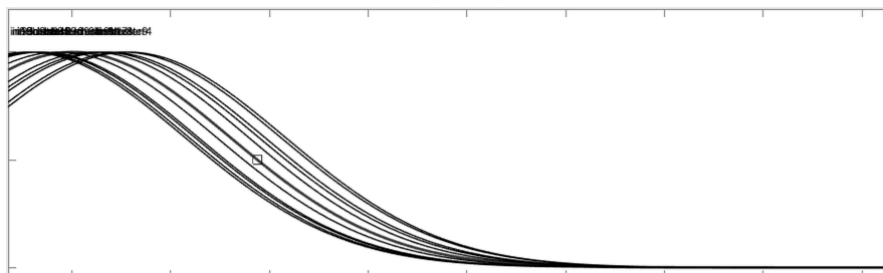


Diagram 31. *Subtractive Clustering Parameter Difference Varriance*

Parameter *difference varriance* memiliki rentang data [-1.293 16.63]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap *cluster* sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster in9cluster4* dengan *center* 1.137 dan varian sebesar 3.173, *cluster in9cluster5* dengan *center* -0.8958 dan varian sebesar 3.169, serta *cluster in9cluster8* dengan *center* -0.7176 dan varian sebesar 3.173.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in9cluster7* dengan *center* 0.5995 dan varian sebesar 3.17, serta *cluster in9cluster10* dengan *center* -0.6223 dan varian sebesar 3.164.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster in9cluster2* dengan *center* -0.855 dan varian sebesar 3.17, serta *cluster in9cluster9* dengan *center* 1.026 dan varian sebesar 3.187.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in9cluster1* dengan *center* 0.02315 dan varian sebesar 3.17, serta *cluster in9cluster6* dengan *center* -0.2528 dan varian sebesar 3.167.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster in9cluster3* dengan *center* -0.6948 dan varian sebesar 3.169 serta. *cluster in9cluster11* dengan *center* 0.4197 dan varian sebesar 3.144.

j. *Difference Entropy*

Parameter *difference entropy* sebagai *input* kesepuluh (in10) diubah ke 11 cluster. *Clustering* dari *difference entropy* ditunjukkan pada Diagram 32.

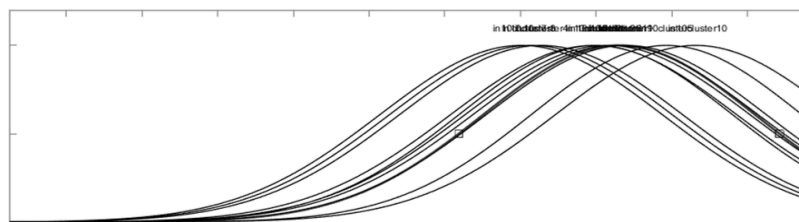


Diagram 32. *Subtractive Clustering Parameter Difference Entropy*

Parameter *difference entropy* memiliki rentang data [-7.753 2.809]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap *cluster* sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in10cluster4 dengan *center* -0.7272 dan varian sebesar 1.875, *cluster* in10cluster5 dengan *center* 0.9315 dan varian sebesar 1.793, serta *cluster* in10cluster8 dengan *center* -0.8621 dan varian sebesar 1.872.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in10cluster7 dengan *center* -0.991 dan varian sebesar 1.871, serta *cluster* in10cluster10 dengan *center* 1.315 dan varian sebesar 1.858.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in10cluster2 dengan *center* 0.1507 dan varian sebesar 1.886, serta *cluster* in10cluster9 dengan *center* 0.3988 dan varian sebesar 1.855.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in10cluster1 dengan *center* 0.3043 dan varian sebesar 1.8, serta *cluster* in10cluster6 dengan *center* 0.2557 dan varian sebesar 1.889.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster* in10cluster3 dengan *center* -0.004602 dan varian sebesar 1.812 serta. *cluster* in10cluster11 dengan *center* -0.03265 dan varian sebesar 1.895.

k. *First Measure Information*

Parameter *first measure information* sebagai nilai *input* kesebelas (in11) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *first measure information* ditunjukkan pada Diagram 33.

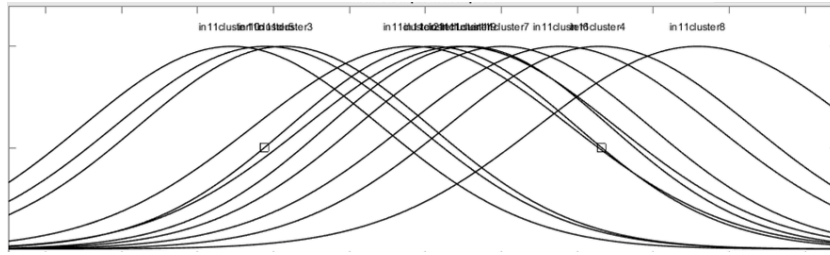


Diagram 33. *Subtractive Clustering Parameter First Measure Information*

Parameter *first measure information* memiliki rentang data  $[-2.745 \ 2.715]$ .

Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap *cluster* sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in11cluster4 dengan *center* 1.145 dan varian sebesar 1.003, *cluster* in11cluster5 dengan *center* -1.052 dan varian sebesar 0.9931, serta *cluster* in11cluster8 dengan *center* 1.791 dan varian sebesar 1.052.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in11cluster7 dengan *center* 0.51 dan varian sebesar 0.9652, serta *cluster* in11cluster10 dengan *center* -1.276 dan varian sebesar 0.9834.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in11cluster2 dengan *center* -0.08847 dan varian sebesar 1.041, serta *cluster* in11cluster9 dengan *center* 0.2829 dan varian sebesar 0.9296.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in11cluster1 dengan *center* 0.04919 dan varian sebesar 0.9426, serta *cluster* in11cluster6 dengan *center* 0.8844 dan varian sebesar 1.021.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster* in11cluster3 dengan *center* -0.9297 dan varian sebesar 0.9613 serta. *cluster* in11cluster11 dengan *center* 0.2285 dan varian sebesar 1.002.

### 1. *Second Measure Information*

Parameter *second measure information* sebagai nilai *input* keduabelas (in12) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *second measure information* ditunjukkan pada Diagram 34.

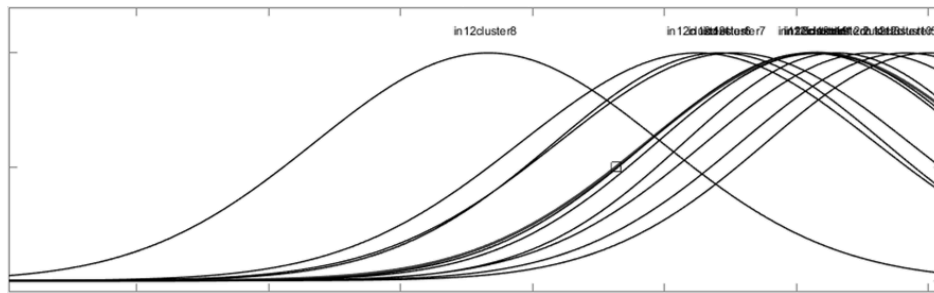


Diagram 34. *Subtractive Clustering Parameter Second Measure Information*

Parameter *second measure information* memiliki rentang data [-5.97 1.108]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap *cluster* sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in12cluster4 dengan *center* -0.7458 dan varian sebesar 1.345, *cluster* in12cluster5 dengan *center* 0.8293 dan varian sebesar 1.254, serta *cluster* in12cluster8 dengan *center* -2.335 dan varian sebesar 1.317.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in12cluster7 dengan *center* -0.4739 dan varian sebesar 1.331, serta *cluster* in12cluster10 dengan *center* 1.005 dan varian sebesar 1.234.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in12cluster2 dengan *center* 0.308 dan varian sebesar 1.159, serta *cluster* in12cluster9 dengan *center* 0.1611 dan varian sebesar 1.219.

- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in12cluster1 dengan *center* 0.1544 dan varian sebesar 1.291, serta *cluster* in12cluster6 dengan *center* -0.5818 dan varian sebesar 1.251.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster* in12cluster3 dengan *center* 0.5732 dan varian sebesar 1.26 serta *cluster* in12cluster11 dengan *center* 0.1089 dan varian sebesar 1.237.

m. *Homogeneity*

Parameter *homogeneity* sebagai nilai *input* ketigabelas (in13) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *homogeneity* ditunjukkan pada Diagram 35.

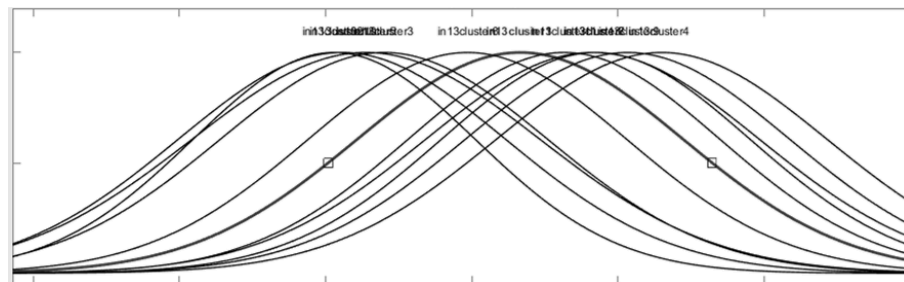


Diagram 35. *Subtractive Clustering Parameter Homogeneity*

Parameter *homogeneity* memiliki rentang data [-3.143 3.035]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap *cluster* sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in13cluster4 dengan *center* 1.299 dan varian sebesar 1.132, *cluster* in13cluster5 dengan *center* -0.7243 dan varian sebesar 1.191, serta *cluster* in13cluster8 dengan *center* 0.8477 dan varian sebesar 1.057.

- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in13cluster7 dengan *center* 0.8258 dan varian sebesar 1.142, serta *cluster* in13cluster10 dengan *center* -0.8893 dan varian sebesar 1.121.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in13cluster2 dengan *center* -0.9424 dan varian sebesar 0.9659, serta *cluster* in13cluster9 dengan *center* 1.065 dan varian sebesar 1.111.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in13cluster1 dengan *center* 0.3307 dan varian sebesar 1.116, serta *cluster* in13cluster6 dengan *center* -0.03015 dan varian sebesar 1.09.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster* in13cluster3 dengan *center* -0.6014 dan varian sebesar 1.121 serta. *cluster* in13cluster11 dengan *center* 0.6306 dan varian sebesar 1.068.

#### n. Cluster Prominence

Parameter *cluster prominence* sebagai nilai *input* keempatbelas (in14) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *cluster prominence* ditunjukkan pada Diagram 36.

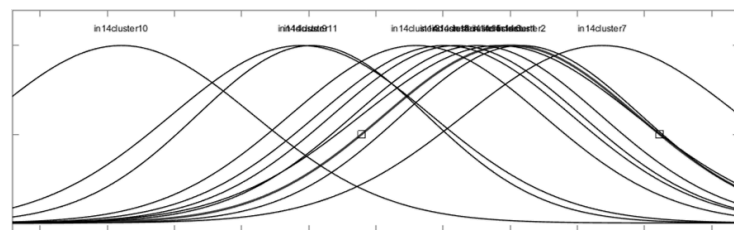


Diagram 36. *Subtractive Clustering* Parameter Cluster Prominence

Parameter *cluster prominence* memiliki rentang data [-3.209 2.208]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap *cluster* sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster in14cluster4* dengan *center* 0.1012 dan varian sebesar 0.9291, *cluster in14cluster5* dengan *center* 0.2533 dan varian sebesar 0.9211, serta *cluster in14cluster8* dengan *center* 0.00829 dan varian sebesar 0.9492.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in14cluster7* dengan *center* 1.184 dan varian sebesar 1.026, serta *cluster in14cluster10* dengan *center* -2.397 dan varian sebesar 0.987.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster in14cluster2* dengan *center* 0.5829 dan varian sebesar 0.8919, serta *cluster in14cluster9* dengan *center* -1.057 dan varian sebesar 0.9687.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster in14cluster1* dengan *center* 0.5023 dan varian sebesar 0.9425, serta *cluster in14cluster6* dengan *center* 0.4123 dan varian sebesar 1.022.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster in14cluster3* dengan *center* -0.1999 dan varian sebesar 0.9426 serta. *cluster in14cluster11* dengan *center* -0.9778 dan varian sebesar 0.8558.

*o. Cluster Shade*

Parameter *cluster shade* sebagai nilai *input* kelimabelas (in15) dipecah menjadi 11 cluster. *Sub-clustering* dari parameter *cluster shade* ditunjukkan pada Diagram 37.



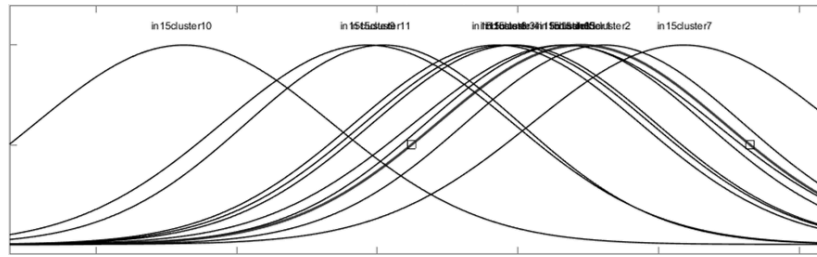


Diagram 37. *Subtractive Clustering Parameter Cluster Shade*

Parameter *cluster shade* memiliki rentang data [-3.615 2.189]. Pemecahan data *subtractive clustering* menghasilkan fungsi keanggotaan dari tiap *cluster* sebagai berikut,

- Klasifikasi Premium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in15cluster4 dengan *center* -0.02658 dan varian sebesar 1.01, *cluster* in15cluster5 dengan *center* 0.3386 dan varian sebesar 0.9948, serta *cluster* in15cluster8 dengan *center* -0.1484 dan varian sebesar 1.018.
- Klasifikasi Premium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in15cluster7 dengan *center* 1.175 dan varian sebesar 1.078, serta *cluster* in15cluster10 dengan *center* -2.376 dan varian sebesar 1.056.
- Klasifikasi Medium Baik ditunjukkan oleh *cluster* in15cluster2 dengan *center* 0.6125 dan varian sebesar 0.9899, serta *cluster* in15cluster9 dengan *center* -1.069 dan varian sebesar 1.036.
- Klasifikasi Medium Buruk ditunjukkan oleh *cluster* in15cluster1 dengan *center* 0.4461 dan varian sebesar 1.022, serta *cluster* in15cluster6 dengan *center* 0.328 dan varian sebesar 1.072.
- Klasifikasi Ekonomis ditunjukkan oleh *cluster* in15cluster3 dengan *center* -0.07552 dan varian sebesar 1.02 serta *cluster* in15cluster11 dengan *center* -0.9578 dan varian sebesar 0.9756.

#### 4. Fungsi Keanggotaan Variabel *output*

Fungsi keanggotaan *output* pada 15 parameter adalah sebagai berikut,

- Out1cluster1 = [-2.277 1.561 0.005991 -17.2 -4.169 66.41 -2.45 1.216 0.6749  
1.11 0.7354 2.831 17.7 83.19 -148 1.294]
- Out1cluster2 = [-0.2901 -1.336 1.574 3.44 -17.96 110.9 0.1587 -0.5116 -3.624  
-0.2353 -0.4162 -1.292 -1.959 89.66 -185.5 4.416]
- Out1cluster3 = [-1.927 0.4562 -0.8754 3.603 -1.836 10.39 1.543 -1.545 1.008  
0.3293 -0.5495 -0.2702 -3.548 3.231 -10.96 1.823]
- Out1cluster4 = [0.3896 0.6054 2.347 -6.07 0.9877 2.097 -1.827 1.116 2.514 -  
0.4041 1.042 0.7059 1.219 3.509 -7.033 5.616]
- Out1cluster5 = [3.344 0.2801 0.9754 -4.444 8.6 -20.07 -0.4039 -2.127 2.206  
1.912 1.916 8.492 4.807 -10.71 22.3 -2.06]
- Out1cluster6 = [-1.95 -0.6589 3.149 4.476 -11.98 62.72 0.8369 -1.962 -1.31  
1.305 0.665 -0.3378 -3.342 59.55 -113.9 4.617]
- Out1cluster7 = [0.5258 -0.2825 0.5732 -4.16 -5.935 38.63 0.4402 -0.08384  
0.2806 -0.4812 0.1571 0.1031 3.452 14.3 -48.69 4.194]
- Out1cluster8 = [0.3872 -0.6781 1.712 -0.1753 -22.52 159.8 1.835 -1.411 -  
1.693 1.316 0.5209 -0.155 1.876 142.4 -282.4 4.164]
- Out1cluster9 = [-0.7967 -0.3617 -6.183 0.5216 23.95 -139.3 2.205 -5.018 -  
0.6876 1.388 2.768 1.828 2.737 -110.6 225.2 -10.93]
- Out1cluster10 = [-0.04348 0.4716 -0.05594 -3.447 -4.554 23.14 0.552 -0.6372  
0.5953 0.1141 -0.4586 0.9559 3.173 18.35 -37.14 1.717]

- $\text{Out1cluster11} = [2.217 \ -0.253 \ 7.645 \ 7.767 \ 6.905 \ -22.86 \ 0.3749 \ -2.888 \ 2.054 \ 2.182 \ 1.31 \ 1.91 \ -5.394 \ -6.024 \ 19.05 \ 6.708]$ .

## 5. Basis Aturan Data Kontrol

Setiap *cluster* data membentuk basis aturan pada sistem inferensi fuzzy.

Pemenuhan basis aturan sesuai dengan pemilahan data sesuai dengan Diagram 38.



Diagram 38. Basis Aturan ANFIS

Berdasarkan Diagram 38, basis aturan memenuhi aturan sebagai berikut :

**Rule 1 :** IF input1 is in1cluster1 AND input2 is in2cluster1 AND input3 is in3cluster1 AND input4 is in4cluster1 AND input5 is in5cluster1 AND input6 is in6cluster1 AND input7 is in7cluster1 AND input8 is in8cluster1 AND input9 is in9cluster1 AND input10 is in10cluster1 AND input11 is in11cluster1 AND input12 is in12cluster1 AND input13 is in13cluster1 AND input14 is in14cluster1 AND input15 is in15cluster1 THEN output1 is out1cluster1.

**Rule 2 :** IF input1 is in1cluster2 AND input2 is in2cluster2 AND input3 is in3cluster2 AND input4 is in4cluster2 AND input5 is in5cluster2 AND

input6 is in6cluster2 AND input7 is in7cluster2 AND input8 is in8cluster2  
AND input9 is in9cluster2 AND input10 is in10cluster2 AND input11 is  
in11cluster2 AND input12 is in12cluster2 AND input13 is in13cluster2  
AND input14 is in14cluster2 AND input15 is in15cluster2 THEN output1  
is out1cluster2.

**Rule 3 :** IF input1 is in1cluster3 AND input2 is in2cluster3 AND input3 is  
in3cluster3 AND input4 is in4cluster3 AND input5 is in5cluster3 AND  
input6 is in6cluster3 AND input7 is in7cluster3 AND input8 is in8cluster3  
AND input9 is in9cluster3 AND input10 is in10cluster3 AND input11 is  
in11cluster3 AND input12 is in12cluster3 AND input13 is in13cluster3  
AND input14 is in14cluster3 AND input15 is in15cluster3 THEN output1  
is out1cluster3.

**Rule 4 :** IF input1 is in1cluster4 AND input2 is in2cluster4 AND input3 is  
in3cluster4 AND input4 is in4cluster4 AND input5 is in5cluster4 AND  
input6 is in6cluster4 AND input7 is in7cluster4 AND input8 is in8cluster4  
AND input9 is in9cluster4 AND input10 is in10cluster4 AND input11 is  
in11cluster4 AND input12 is in12cluster4 AND input13 is in13cluster4  
AND input14 is in14cluster4 AND input15 is in15cluster4 THEN output1  
is out1cluster4.

**Rule 5 :** IF input1 is in1cluster5 AND input2 is in2cluster5 AND input3 is  
in3cluster5 AND input4 is in4cluster5 AND input5 is in5cluster5 AND  
input6 is in6cluster5 AND input7 is in7cluster5 AND input8 is in8cluster5  
AND input9 is in9cluster5 AND input10 is in10cluster5 AND input11 is

in1cluster5 AND input12 is in12cluster5 AND input13 is in13cluster5  
AND input14 is in14cluster5 AND input15 is in15cluster5 THEN output1  
is out1cluster5.

**Rule 6 :** IF input1 is in1cluster6 AND input2 is in2cluster6 AND input3 is  
in3cluster6 AND input4 is in4cluster6 AND input5 is in5cluster6 AND  
input6 is in6cluster6 AND input7 is in7cluster6 AND input8 is in8cluster6  
AND input9 is in9cluster6 AND input10 is in10cluster6 AND input11 is  
in11cluster6 AND input12 is in12cluster6 AND input13 is in13cluster6  
AND input14 is in14cluster6 AND input15 is in15cluster6 THEN output1  
is out1cluster6.

**Rule 7 :** IF input1 is in1cluster7 AND input2 is in2cluster7 AND input3 is  
in3cluster7 AND input4 is in4cluster7 AND input5 is in5cluster7 AND  
input6 is in6cluster7 AND input7 is in7cluster7 AND input8 is in8cluster7  
AND input9 is in9cluster7 AND input10 is in10cluster7 AND input11 is  
in11cluster7 AND input12 is in12cluster7 AND input13 is in13cluster7  
AND input14 is in14cluster7 AND input15 is in15cluster7 THEN output1  
is out1cluster7.

**Rule 8 :** IF input1 is in1cluster8 AND input2 is in2cluster8 AND input3 is  
in3cluster8 AND input4 is in4cluster8 AND input5 is in5cluster8 AND  
input6 is in6cluster8 AND input7 is in7cluster8 AND input8 is in8cluster8  
AND input9 is in9cluster8 AND input10 is in10cluster8 AND input11 is  
in11cluster8 AND input12 is in12cluster8 AND input13 is in13cluster8

AND input14 is in14cluster8 AND input15 is in15cluster8 THEN output1 is out1cluster8.

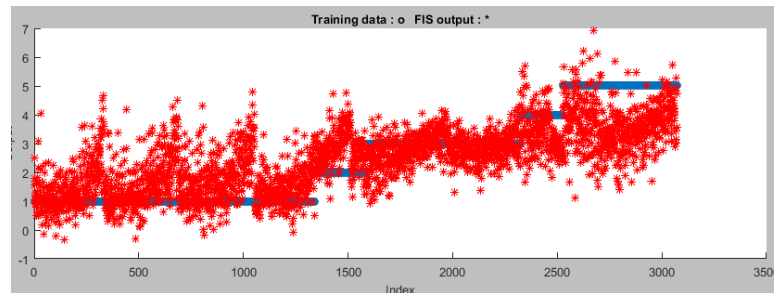
**Rule 9 :** IF input1 is in1cluster9 AND input2 is in2cluster9 AND input3 is in3cluster9 AND input4 is in4cluster9 AND input5 is in5cluster9 AND input6 is in6cluster9 AND input7 is in7cluster9 AND input8 is in8cluster9 AND input9 is in9cluster9 AND input10 is in10cluster9 AND input11 is in11cluster9 AND input12 is in12cluster9 AND input13 is in13cluster9 AND input14 is in14cluster9 AND input15 is in15cluster9 THEN output1 is out1cluster9.

**Rule 10 :** IF input1 is in1cluster10 AND input2 is in2cluster10 AND input3 is in3cluster10 AND input4 is in4cluster10 AND input5 is in5cluster10 AND input6 is in6cluster10 AND input7 is in7cluster10 AND input8 is in8cluster10 AND input9 is in9cluster10 AND input10 is in10cluster10 AND input11 is in11cluster10 AND input12 is in12cluster10 AND input13 is in13cluster10 AND input14 is in14cluster10 AND input15 is in15cluster10 THEN output1 is out1cluster10.

**Rule 11 :** IF input1 is in1cluster11 AND input2 is in2cluster11 AND input3 is in3cluster11 AND input4 is in4cluster11 AND input5 is in5cluster11 AND input6 is in6cluster11 AND input7 is in7cluster11 AND input8 is in8cluster11 AND input9 is in9cluster11 AND input10 is in10cluster11 AND input11 is in11cluster11 AND input12 is in12cluster11 AND input13 is in13cluster11 AND input14 is in14cluster11 AND input15 is in15cluster11 THEN output1 is out1cluster11.

## 6. Pembentukan Model ANFIS

Pengujian model ANFIS terhadap data training dengan iterasi sebesar 100 dan pola pembelajaran *backpropagation* menghasilkan nilai *error* RMSE sebesar 1,063. Sebaran plot data *training* ditunjukkan pada gambar 36.



Gambar 36. Plot hasil pengujian data *training* Model ANFIS

Pemodelan ANFIS data *training* menghasilkan jumlah jaringan linear sebanyak 176, jumlah jaringan nonlinear sebanyak 330, dan 11 basis aturan.

Arsitektur jaringan ANFIS menggunakan 15 input parameter statistik dan masing-masing nilai input memiliki 11 *cluster*. Pada arsitektur ini terdapat 11 basis aturan dan 11 *output* fungsi keanggotaan, dan terakhir hanya terdapat satu keluaran. Arsitektur ANFIS ditunjukkan pada Diagram 39.

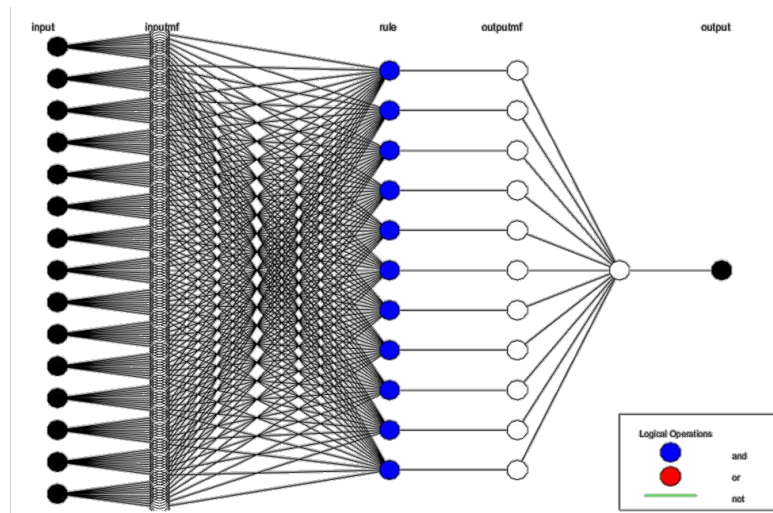
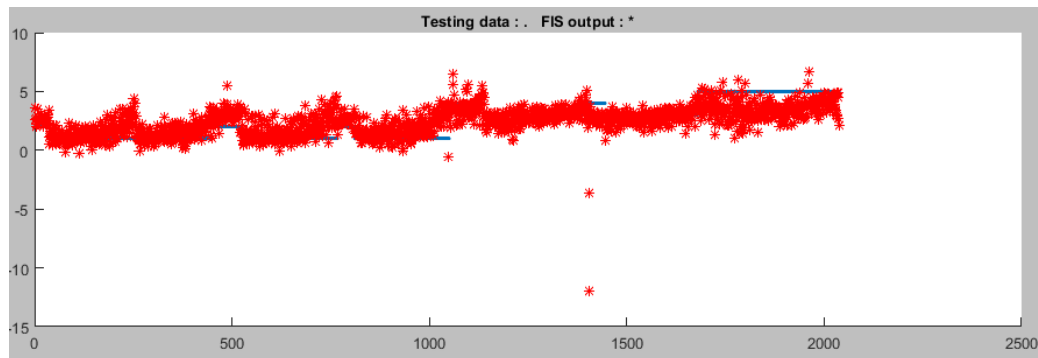


Diagram 39. Arsitektur Jaringan ANFIS

## 7. Akurasi Hasil Pengujian Tekstur Sampel

Pengujian model ANFIS pada data *testing* menghasilkan nilai *error* RMSE sebesar 1.1584 yang ditunjukkan sesuai plot data pada Gambar 37.



Gambar 37. Plot hasil pengujian data *testing* Model ANFIS

Prosentase keberhasilan pengujian data sampel ditunjukkan pada tabel 19.

Tabel 19. Tabel hasil Pengujian Tekstur Butir

No	Klasifikasi	Prosentase Keberhasilan	
		Data Training	Data Testing
1	Premium Baik	51,56716418 %	50,05574136 %
2	Premium Buruk	28,69198312 %	24,83660131 %
3	Medium Baik	67,11229947 %	61,80000000 %
4	Medium Buruk	28,21782178 %	27,13178295 %
5	Ekonomis	13,76146789 %	10,58495822 %
6	Keseluruhan data	45,34505208 %	42,63984298 %

Tabel 19 menunjukkan prosentase keberhasilan model ANFIS dalam mengenali tekstur butir. Berdasarkan tabel 19, prosentase keberhasilan tertinggi dicapai oleh Medium baik dengan prosentase sebesar 67,112 % pada data *training*, dan 61,8 % pada data *testing*, sedangkan prosentase keberhasilan terburuk dicapai oleh klasifikasi ekonomis dengan prosentase sebesar 13,762 % pada data *training*,



dan 10,585 % pada data *testing*. Keberhasilan pengujian pada seluruh data sampel sebesar 45,345 % pada data *training*, dan 42,640 % pada data *testing*.

Berdasarkan Tabel 19, prosentase pada keseluruhan sampel tidak mencapai 90 %, artinya pengujian dengan model ANFIS memiliki tingkat kesalahan lebih dari 10 %. Hal tersebut, sangat dimungkinkan akibat penggunaan pada beberapa parameter yang sangat mungkin untuk dieliminasi. Faktor lain, juga bisa diakibatkan dalam pengambilan citra, memiliki variasi yang cukup homogen, disebabkan banyak sampel citra yang dideteksi dalam satu kali pengambilan gambar. Penggunaan sampel yang lebih sedikit, dan fokus dimungkinkan dapat memberikan rentang cluster yang lebih baik dan dapat meningkatkan prosentase keberhasilan.

Target Output dan hasil klasifikasi pengujian ANFIS keseluruhan data pengujian ditunjukkan pada Lampiran 12 untuk data *training* dan Lampiran 13 untuk data *testing*.

#### **D. Pembahasan**

Ruang lingkup pengujian yang dilaksanakan merupakan kajian model *recognition* pada permukaan butir beras. Pengujian panjang dan tekstur butir menggunakan metode berbeda yang diterapkan pada sampel yang sama.

Model pengujian panjang butir meliputi pengambilan citra *blob detection* pada permukaan beras, transformasi *grayscale*, pembatasan *thresholding* sebesar 25 piksel, pendeteksian *smallest univalue assimilating nucleus*, perhitungan jarak terpanjang antar SUSAN, perhitungan rata-rata jarak 20 butir terpanjang, penentuan

batas ukuran butir patah, dan menir sebesar 61%, dan 29% dari rata-rata 20 butir utuh, penerapan batas yang dihasilkan dalam menentukan butir utuh, patah, dan menir.

Pengujian tekstur butir menggunakan skema warna *grayscale* dari data sampel. Setiap data sampel dilakukan pembentukan matriks GLCM untuk menentukan parameter statistik yang digunakan. Hasil ekstraksi data citra tersebut kemudian dilakukan normalisasi dan pembagian data sampel. Keseluruhan data dibagi menjadi 60% data *training*, dan 40% sebagai data testing. Data *training* digunakan dalam membentuk model ANFIS.

Model ANFIS diawali dengan memecah data training kedalam beberapa cluster data yang memiliki kemiripan. Setiap cluster data digunakan sebagai pembentukan aturan ANFIS. Model pemecahan menggunakan model neural network dengan pola pembelajaran *backpropagation* dengan fungsi aktivasi *sigmoid biner*. Arsitektur ANFIS membentuk 11 cluster pada 15 parameter input, dan menghasilkan 11 basis aturan serta memiliki 1 output keluaran.

## **1. Keberhasilan Pengujian Panjang Beras**

Keberhasilan pengujian diukur dari ketepatan aplikasi dalam membedakan butir beras sesuai dengan ukuran panjang yang dihasilkan pada keseluruhan sampel pengujian beras. Keberhasilan program dalam menguji panjang citra butir beras ditunjukkan pada Tabel 20. Tingkat keberhasilan pengujian panjang butir tepat mendeteksi bentuk beras sebesar 94.22 % dari keseluruhan sampel, dengan tingkat kesalahan dalam pendeteksian bentuk beras sebesar 5,78%.

Tabel 20. Hasil Pengujian Citra Bentuk Butir Beras

Sampel	Jumlah Butir Validasi					Keberhasilan program		
	Ditolak	Utuh	Patah	Menir	Total	Salah	Benar	(%)
A normal	17	198	350	6	554	41	513	92,60
B1 normal	1	227	376	3	606	34	572	94,40
B2 normal	6	228	366	4	598	29	569	95,15
B7 normal	5	380	92	6	478	26	452	94,56
D1 normal	51	161	498	12	671	51	620	92,40
D2 normal	16	338	243	3	584	30	554	94,86
C	62	284	547	72	903	40	863	95,57
<b>Jumlah</b>	<b>158</b>	<b>1816</b>	<b>2472</b>	<b>106</b>	<b>4394</b>	<b>251</b>	<b>4143</b>	<b>-</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>23</b>	<b>259</b>	<b>353</b>	<b>15</b>	<b>628</b>	<b>36</b>	<b>592</b>	<b>94,22</b>

## 2. Klasifikasi Pengujian Tekstur Beras

Berdasarkan rujukan dari Tabel 7 dan akurasi hasil pengujian tekstur butir pada Tabel 19, maka dapat ditunjukkan hasil klasifikasi tekstur beras premium baik, pada keseluruhan sampel.

Berdasarkan Tabel 7, statistik kinerja membandingkan keberhasilan model dalam mendeteksi klasifikasi premium baik terhadap klasifikasi lain pada pengujian. Statistik kinerja dari pengujian ANFIS sebagai berikut,

### a. Data *Training*

Sebanyak 3072 data *training* digunakan dalam pengujian. Jumlah butir beras yang tepat terdeteksi sebagai bukan kelas premium baik atau TP (*True Positive*) sebanyak 702 dari 1732 sampel bukan premium baik. Jumlah butir beras yang tepat dideteksi sebagai kelas premium baik atau TN (*True Negative*) sebanyak 691. Hasil klasifikasi statistik kinerja menggunakan sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi sebagai berikut,

- $Sensitivitas = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% = \frac{702}{702+649} \times 100\% = 51,962 \%$
- $Spesifitas = \frac{TN}{TN+FP} \times 100\% = \frac{691}{691+1030} \times 100\% = 40,151 \%$
- $Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% = \frac{1393}{3072} \times 100\% = 45,345 \%$

Tingkat sensitivitas sebesar 51,962 % artinya butir beras bukan premium baik memiliki peluang sebesar 0,51962 dinyatakan bukan jenis premium baik. Spesifisitas data sebesar 40,151 %, artinya butir beras premium baik memiliki peluang sebesar 0,40151 dinyatakan jenis premium baik. Akurasi diagnosa sebesar 45,345 % dalam mendeteksi butir premium baik dan bukan premium baik.

#### b. Data *Testing*

Sebanyak 2038 data sampel *testing*, Jumlah butir beras yang tepat dideteksi sebagai bukan kelas premium baik atau TP (*True Positive*) sebanyak 420 dari 1141 data sampel bukan premium baik. Jumlah butir beras yang tepat dideteksi sebagai kelas premium baik atau TN (*True Negative*) sebanyak 449. Hasil klasifikasi statistik kinerja menggunakan sensitivitas, spesifisitas, dan akurasi sebagai berikut,

- $Sensitivitas = \frac{TP}{TP+FN} \times 100\% = \frac{420}{420+448} \times 100\% = 48,387 \%$
- $Spesifitas = \frac{TN}{TN+FP} \times 100\% = \frac{449}{449+721} \times 100\% = 38,376 \%$
- $Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \times 100\% = \frac{420+449}{2038} \times 100\% = 42,640 \%$

Tingkat sensitivitas sebesar 48,387 % artinya butir beras bukan premium baik memiliki peluang sebesar 0,48387 dinyatakan bukan jenis premium baik. Spesifisitas data sebesar 38,376 %, artinya butir beras premium baik memiliki peluang sebesar 0,38376 dinyatakan jenis premium baik. Akurasi diagnosa sebesar 42,640 % dalam mendeteksi butir premium baik dan bukan premium baik.